ОЧИСТКА ПЕСКОМЪ

ВОДЫ ДЛЯ ПИТЬЯ

ВЪ БОЛЬШИХЪ РАЗМѢРАХЪ.

Наблюденія надъ дѣйствіемъ фильтровъ

ЭКСПЕДИЦІИ ЗАГОТОВЛЕНІЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХЪ БУМАГЪ.

Матеріалы для общественной гигіены.

ДИССЕРТАЦІЯ

НА СТЕПЕНЬ ДОКТОРА МЕДИЦИНЫ

С. В. ШИДЛОВСКАГО.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Русская Скоропечатня (К. И. Купа), Большая Садовая, № 27.
1881.

V 6405 J

N12599

№44
Карп
10/6
109

ОЧИСТКА ПЕСКОМ
ВОДЫ ДЛЯ ПИТЬЯ
ВЪ БОЛЬШИХЪ РАЗМѢРАХЪ.

614.77
Ш-56

Наблюденія надъ дѣйствіемъ фильтровъ

ЭКСПЕДИЦІИ ЗАГОТОВЛЕНІЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХЪ БУМАГЪ.

7-ноя 2012

N12599
1944

Матеріалы для общественной гигіены.

ДИССЕРТАЦІЯ

НА СТЕПЕНЬ ДОКТОРА МЕДИЦИНЫ

С. В. ШИДЛОВСКАГО.

Инв. № НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА 1-го Харьк. Мед. Института

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Русская Скоропечатня (К. И. Куна), Большая Садовая, № 27.
1881.

Переучет 1966 г.

1950
Переучет-60
7 - ИЮЯ 2012

Докторскую диссертацію лекаря Шидловскаго, подъ заглавіемъ: „Очистка пескомъ воды для питья“, съ разрѣшенія Конференціи Императорской Медико-Хирургической Академіи печатать дозволяется съ тѣмъ, чтобы по отпечатаніи оной было представлено въ означенную Конференцію 400 экземпляровъ. С.-Петербургъ, 23-го апрѣля 1881 г.

Ученый секретарь *А. Доброславинъ.*

БУДЬ

Помѣщаемая ниже работа произведена въ гигіенической лабораторіи Императорской Медико-хирургической Академіи.

Въ январѣ 1879 года, когда я практически знакомился съ методами изслѣдованія воды, проф. А. П. Доброславинъ предложилъ мнѣ сдѣлать нѣсколько анализовъ для опредѣленія измѣненій, претерпѣваемыхъ водою, очищаемою существующими въ Эксп. Заг. Гос. Бум., единственными у насъ, песчанными фильтрами большихъ размѣровъ, съ своеобразно устроенною при нихъ системою металлическихъ сѣтокъ.

Интересъ, возбужденный во мнѣ этого рода очисткой и нѣкоторыми особенностями въ дѣйствіи фильтровъ, побудилъ меня сдѣлать описаніе ихъ предметомъ настоящей диссертаціи.

Не могу при этомъ умолчать, что успѣшному ходу предпринятаго мною труда я во многомъ обязанъ просвѣщенной любезности Управляющаго Экспедиціей Заг. Гос. Бум. Ѳ. Ѳ. Винберга, открывшаго мнѣ полную возможность вести наблюденія надъ фильтрами, а также архитектора экспедиціи К. Я. Маевскаго, указавшаго мнѣ подробности устройства и дѣйствія фильтровъ.

Принося Ѳ. Ѳ. Винбергу и К. Я. Маевскому мою искреннюю признательность, считаю долгомъ выразить ее и тѣмъ служащимъ въ Экспедиціи, къ которымъ мнѣ приходилось обращаться и въ которыхъ я всегда встрѣчалъ обязательную готовность оказывать мнѣ содѣйствіе въ разъясненіи интересовавшихъ меня вопросовъ.

Изложенію моихъ собственныхъ наблюденій мнѣ казалось не лишнимъ предпослать нѣсколько краткихъ историческихъ замѣтокъ о водоснабженіи, обратить вниманіе на составъ и ка-

Авіац. ин-т. Институт
НАУКОВА БІБЛІОТЕКА
НБ ХНАУ

чества воды, встрѣчающейся въ природѣ и служащей удовлетворенію человѣческихъ потребностей и наконецъ остановиться на обзорѣ примѣняемой въ Англіи и на материкѣ Европы фильтраціи воды въ большихъ размѣрахъ.

Въ первую главу, вслѣдствіе того, вошли краткія свѣдѣнія о составѣ воды въ зависимости отъ ея мѣстонахожденія, объ измѣненіяхъ, претерпѣваемыхъ водою во время круговорота ея въ природѣ, а также о санитарномъ значеніи встрѣчающихся въ водѣ взвѣшенныхъ и растворенныхъ веществъ. Затѣмъ въ той же главѣ изложены взгляды нѣкоторыхъ изслѣдователей на значеніе содержащихся въ водѣ примѣсей и на количество ихъ, не вредящее здоровью человѣка.

Описывая во второй главѣ устройство иностранныхъ фильтровъ, я вездѣ старался объяснить значеніе тѣхъ или другихъ приспособленій и, отдѣляя существенное отъ второстепеннаго, по возможности указать на наиболѣе цѣлесообразный способъ фильтраціи.

Въ третьей главѣ, послѣ краткаго описанія фильтровъ Эксп. Заг. Гос. Бум. и указанія на особенности ихъ устройства и дѣйствія, приведены результаты сдѣланныхъ мною анализовъ воды до и послѣ фильтраціи, а также лабораторные опыты, которыми я старался выяснить стороны фильтраціи не поддававшіяся наблюденію на фильтрахъ Экспедиціи.

Закончивши свой трудъ, не могу не принести глубокой и искренней признательности проф. А. П. Доброславину за руководство и совѣты, много облегчившіе мнѣ ходъ работы.

Затѣмъ считаю пріятнымъ долгомъ выразить мою признательность проф. А. А. Иностранцеву, оказавшему мнѣ обязательную помощь въ разрѣшеніи нѣкоторыхъ отдѣльныхъ вопросовъ.

S'il est interessant pour la société de connaitre la nature de ces eaux salutaires dont les effets surprenants ont été tant de fois célébrés dans les fastes de la médecine, il ne l'est pas moins de connaitre celles qui sont employées tous les jours pour les besoins de la vie. Ce sont d'elles, en effet, que dépendent la force et la santé des citoyens. — L'exament des eaux communes intéresse la société tout entière, et principalement cette partie active dont les bras sont en même temps et la force et la richesse d'un Etat [1]).

Lavoisier.

Вода занимаетъ болѣе двухъ третей земной поверхности въ формѣ морей, рѣкъ, озеръ, ключей и т. п. Кромѣ того она выпадаетъ въ большомъ количествѣ дождя, снѣга и т. п. и во всѣхъ этихъ видахъ [2]) всегда служила удовлетворенію человѣческихъ потребностей.

Первыя поселенія группировались исключительно вблизи естественныхъ водовмѣстилищъ. Страны, гдѣ такихъ водовмѣстилищъ не было, должны были оставаться совершенно безлюдными. Заселеніе ихъ сдѣлалось возможнымъ лишь съ изобрѣтеніемъ искусства задерживать и собирать падающую изъ атмосферы воду въ нарочно устроенныхъ съ этою цѣлью въ почвѣ углубленіяхъ.

Подобный способъ пользованія водой встрѣчается почти у всѣхъ извѣстныхъ намъ дикихъ народовъ и, какъ отличающійся особенной простотой, со всей вѣроятностью можетъ быть признанъ самымъ первобытнымъ способомъ искусственнаго водоснабженія. Слѣдующимъ за нимъ (гораздо уже высшимъ) является умѣнье пользоваться подпочвенной водой, въ огромной массѣ скрытой подъ земной корой. Открытіе этой воды и умѣнье ею пользоваться несомнѣнно дало огромный толчекъ разселенію человѣка по земной поверхности.

Собираніе подпочвенной воды и устройство для этого иногда очень глубокихъ колодцевъ относится къ весьма отдаленному времени.

Первое письменное свидѣтельство объ этомъ способѣ водоснабженія встрѣчается у Моисея: Авраамъ, упрекая Авимелеха за колодезь съ водою, отнятый у него рабами Авимелеха, говоритъ: «семь агницъ сихъ возьми

---

[1]) Цитировано у Жерардена. Annales d'hygiene publique et de Médecine légale. Deuxieme serie T. XLIII и Lavoisier. Paris. Imprimerie nationale 1865 T. III p. 145.

[2]) Конечно, гдѣ только она являлась водой прѣсной.

отъ руки моей, чтобы онѣ были мнѣ свидѣтельствомъ, что я выкопалъ этотъ колодезь»[1]).

Многіе изъ этихъ колодцевъ цѣлыя тысячелѣтія удовлетворяли потребностямъ человѣка и существуютъ и въ наше время. Такъ вблизи пирамидъ сохранились колодцы, сооруженные вѣроятно вмѣстѣ съ ними; одинъ изъ нихъ и по нынѣ находится въ употребленіи. Подъ развалинами Ниневіи найденъ годный и теперь колодезь, сооруженный Ассуромъ, сыномъ царя, жившаго въ доисторическое время. Жители Коса пьютъ воду изъ того же ключа, который 2,300 лѣтъ назадъ служилъ Гиппократу. Города древней Греціи имѣли большое количество колодцевъ и, по свидѣтельству Плинія, первый изъ нихъ сооруженъ былъ тамъ Данаемъ. Аттика преимущественно снабжалась водою колодцевъ. Римляне во всѣхъ завоевываемыхъ ими странахъ, если въ нихъ чувствовался недостатокъ воды, сооружали колодцы. Близь Шартра до сихъ поръ находится колодезь, почитаемый священнымъ: въ него, какъ говорятъ, былъ брошенъ Римлянами мученикъ христіанства. Въ Помпеѣ, при ея открытіи, были найдены въ большомъ количествѣ колодцы, цистерны для собиранія дождевой воды и фонтаны. Китайцы сооружали колодцы глубиною до 500 метровъ. (?)

Египетъ и Персія вслѣдствіе недостатка воды также должны были довольствоваться почти одними колодцами. При завоеваніи Индустана англичане нашли въ немъ 50 тысячъ колодцевъ. Вблизи Сихема, по дорогѣ изъ Галлилеи въ Іерусалимъ, лежитъ знаменитый колодезь Іакова, который болѣе 3500 лѣтъ назадъ служилъ ему и теперь снабжаетъ водою его потомковъ. Глубина его 30 м., поперечникъ 3 м. Онъ содержитъ 6 м. воды и пробуравленъ въ скалѣ. У этого колодца Христосъ бесѣдовалъ съ самаритянкой и въ настоящее время онъ посѣщается всѣми богомольцами, идущими въ Палестину. Первое механическое приспособленіе для добыванія изъ колодцевъ воды находится въ колодцѣ Іосифа въ Каирѣ. Въ прежнее же время воду черпали прямо сосудомъ, спускаясь къ ней по устроеннымъ для этого лѣстницамъ.

Съ образованіемъ городовъ, въ которыхъ быстрая прибыль населенія не всегда соотвѣтствовала находящемуся въ данной мѣстности количеству хорошей воды, недостатокъ ея могъ бы поставить непреодолимыя препятствія для роста населенія. Но уже древніе народы съ успѣхомъ преодолѣвали это препятствіе собираніемъ въ большихъ размѣрахъ атмосферной воды въ искусственныхъ резервуарахъ или проведеніемъ ея изъ другихъ мѣстъ, часто весьма отдаленныхъ. Подобное водоснабженіе видимъ мы въ Іерусалимѣ. Самые громадные резервуары такой воды, существующіе и по нынѣ (такъ называемые пруды Соломона), находи-

[1]) I. Книга Бытія, глава XXI.

лись между Виѳлеемомъ и Хевромомъ. Изъ нихъ вода проводилась въ іерусалимскій храмъ, частью по жолобу, высѣченному въ скалахъ, а частью по двумъ выдолбленнымъ камнямъ. Этотъ водопроводъ былъ устроенъ во времена Пилата. Первое письменное извѣстіе о водопроводахъ находимъ мы у Геродота. По его словамъ, жившій въ Мегерѣ архитекторъ Eupalinus снабдилъ водою городъ Самосъ. Водопроводъ былъ устроенъ такимъ образомъ, что проведенъ былъ тунель длиною въ 1 милю и каналъ шириною въ 3 ф., который и проводилъ воду. Самый древній водопроводъ служилъ для водоснабженія Карѳагена и отдѣльныя части его сохранились настолько, что, не смотря на то, что 2000 лѣтъ онъ оставался безъ употребленія, въ 60-хъ годахъ нашего столѣтія имъ снова могли воспользоваться для водоснабженія Туниса, замѣнивъ разрушенныя части чугунными трубами, при чемъ $^3/_4$ водопровода потребовали только прочистки ихъ отъ земли. Длина водопровода была около 100 километровъ, а вышина и ширина канала была такъ велика, что могла вмѣстить человѣка. Въ Греціи въ различныхъ частяхъ страны сохранились остатки древнихъ водопроводовъ. Въ Мексикѣ и Перу также найдены были хорошо устроенные водопроводы. [1])

Говоря о величественныхъ гидравлическихъ сооруженіяхъ, нельзя обойти молчаніемъ водопроводовъ Рима, какими они были въ первомъ столѣтіи по Р. Х. Интересная рукопись Секста Фронтинуса „Commentarius de Aquaeductibus Urbis Romae“ [2]) показываетъ, что Римъ въ это

[1]) Заслуживаютъ упоминанія грандіозныя сооруженія, собиравшія воду не только для потребленія человѣка, но и для орошенія полей, какъ напр. озеро, по которому могли ходить большія суда, устроенное для орошенія долины Мемфиса египетскимъ царемъ Меридомъ (Möris) за 2200 л. до Р. Х. Въ немъ были поставлены двѣ пирамиды, каждая въ 165 м. вышины, для измѣренія высоты воды, и озеро это питалось каналомъ, идущимъ изъ верхняго Египта параллельно Нилу,—каналомъ, орошавшимъ въ тоже время другія мѣстности. Въ настоящее время озеро высохло и каналъ засыпанъ. Ежегодное содержаніе шлюзъ стоило 216 тысячъ мар., а рыболовство въ немъ давало въ пять разъ больше дохода. Подобныя сооруженія найдены были во всей заселенной въ древности части Египта, а также и въ Ассиріи, гдѣ сохранилась очень характерная надпись, оставленная Семирамидой и найденная Александромъ: „Я заставила течь потоки куда хотѣла, а я хотѣла имѣть ихъ только тамъ, гдѣ это было полезно. Орошая безплодную землю этими потоками, я сдѣлала ее плодородною“. Такія же искусственныя водовмѣстилища были устроены въ Индіи. Въ одной провинціи—Мадрасѣ, во время занятія ея англичанами, ихъ было 53 тысячи, не говоря о маленькихъ, находившихся въ деревняхъ. Длина плотинъ, окружавшихъ эти пруды, равнялась 48 тыс. километровъ. На этихъ прудахъ и вблизи ихъ находится болѣе 300 тысячъ искусственныхъ сооруженій въ видѣ мостовъ, шлюзъ и пр.

[2]) Переведено въ 1820 г. на франц. яз. Rondelet. „Commentaire de S. I. Frontin sur les Aqueducs de Rome“. И на нѣмецк. въ 1844 г. A. Dederich „Frontinus, Ueber die Wasserleitungen der Stadt Rom.“ Историческія данныя заимствованы нами преимущественно изъ сочиненій E. Grahn. „Die Städtische Wasserversorgung“ München 1878 г. и Humber William, A Comprehensive Treatise on the Water Supply of Cities and Towns etc. London 1876.

въ Парижѣ	22,8	частей остатка.
„ деревнѣ	7,8	„ „

Коммиссія о загрязненіи рѣкъ въ Англіи изслѣдовала значительное число обращиковъ собраннаго дождя на экспериментальной фермѣ господъ Лауеса и Джильберта, находящейся приблизительно на разстояніи двадцати пяти миль отъ Лондона. Среднее количество растворенныхъ твердыхъ веществъ въ болѣе чѣмъ семидесяти обращикахъ дождя оказалось очень близко подходящимъ къ 40 ч., хотя въ одномъ случаѣ это количество оказалось равнымъ всего только 6,2 ч. [1])

Повидимому, почти постоянно въ дождевой водѣ находится извѣстное количество (до 25 частей) органическихъ веществъ, количественный анализъ которыхъ, однако, не далъ еще положительныхъ результатовъ. Коберъ нашелъ, что органическія составныя части дождевой воды во Франкфуртѣ на Майнѣ состоятъ преимущественно изъ смолистыхъ и водянистыхъ экстрактивныхъ веществъ и изъ вещества неизвѣстнаго состава, содержащаго азотъ. Изъ пыли, поднимаемой вѣтромъ въ воздухъ, въ дождевую воду могутъ попадать частицы угля, песокъ, глина, окись желѣза, личинки насѣкомыхъ; весьма часто въ дождевой водѣ находится цвѣточная пыль, уносимая въ особенности изъ сосновыхъ лѣсовъ, которая иногда осѣдаетъ въ видѣ желтой грязи (такъ назыв. „сѣрный дождь"); кромѣ того встрѣчаются также инфузоріи и водоросли, которыя могутъ быть издалека принесены пассатными теченіями и иногда рѣзко бросаются въ глаза по своему красному цвѣту (такъ назыв. „кровавый дождь"). [2])

Содержаніе газовъ въ дождевой водѣ значительно отличается отъ содержанія ихъ въ рѣчной и всякой другой текучей водѣ. Въ дождевой водѣ обыкновенно очень мало углекислаго газа, тогда какъ въ проточной его находится значительное количество. Происхожденіе всѣхъ подмѣсей въ дождѣ и снѣгѣ зависитъ отъ того, что онѣ проходятъ длинный путь по воздуху, изъ котораго и увлекаютъ различныя находящіяся въ немъ вещества. [3])

Такимъ образомъ дождь получаетъ уже въ воздухѣ различныя примѣси, болѣе или менѣе вліяющія на его чистоту, достигая же земной поверхности онъ смываетъ еще находящіяся на ней постороннія вещества и частицы почвы, по которой течетъ и, растворяя все могущее быть растворенным при данной температурѣ и скорости теченія, часть этихъ веществъ увлекаетъ механически и уноситъ въ открытыя

[1]) Руководство по гигіенѣ и общественному здоровью изданное д. мед. А. Бёкомъ, переводъ съ англійскаго М. М. Манассеиной, т. I вып. 1. С.-Петербургъ 1880 г., стр. 401. О водѣ употребляемой въ питье и т. д. проф. В. Р. Ничольса.

[2]) Эрисманъ. Гигіена т. I, стр. 379.

[3]) Основы химіи Д. Менделѣева, стр. 88.

водовмѣстилища, гдѣ онѣ или осѣдаютъ на дно, образуя илъ, или находятся въ суспендированномъ состояніи, придавая водѣ мутность и окраску. Слѣдующая таблица Густава Бишофа показываетъ количество взвѣшенныхъ веществъ въ водѣ нѣкоторыхъ большихъ рѣкъ: [1])

Вещества подвѣшенныя въ рѣчной водѣ.

Количество въ разныя времена бываетъ различно.

Рейнъ	17,3	200	частей.
Дунай	92,37		
Эльба	8,91		
Миссисипи (среднее годичное количество)	803,2	588,2	
Гангъ отъ марта до іюня	217,1		
„ „ іюня до октября	1943,0		
„ „ октября до марта	448,6		
Среднее количество	868,6		

(Все годичное количество, выдѣляемое Гангомъ, — 6.368.077,440 кубическихъ фут. минеральныхъ веществъ. Это составляетъ 172 квадратныхъ мили въ одинъ футъ толщиною).

Составъ подвѣшенныхъ веществъ.

на 100 взвѣшенныхъ плотныхъ веществъ.

	Рейнъ.	Дунай.
Кремнеземъ	57,63	45,02
Глиноземъ	10,75	7,83
Перекись желѣза	14,42	9,16
„ марганца	слѣды	
Известь	2,73	0,34
Магнезія	0,24	0,42
Кали	0,89	
$CaOCO_2$		24,8
$MgOCO_2$		6,32
Органическое вещество		2,25
Потеря отъ пережиганья	9,64	4,58
Потеря	3,31	1,66

Кромѣ находящихся въ суспендированномъ состояніи въ рѣчной водѣ различныхъ веществъ, указанныхъ въ таблицѣ, встрѣчаются также и растительные и животные организмы—грибки, водоросли, разнообразные черви, насѣкомыя, ихъ яички и инфузоріи. Особенно вредно присутствіе въ водѣ яицъ и зародышей ленточныхъ и круглыхъ глистъ и

[1]) Приведено въ руководствѣ къ практической гигіенѣ Паркса, стр. 27.

другихъ паразитовъ. Яица Distoma hepaticum, въ 0,13—0,14 млм. длиною и въ 0,075—0,090 млм. толщиною, еще сравнительно велики. Яица же Taenia solium имѣютъ лишь 1/3 величины яицъ отъ Distoma; яица Botriocephalus latus въ 1/2 меньше; яица Taenia marginata составляютъ 1/5, Taenia echinococcus 1/2, Oxyuris vermicularis около 1/3, Trichocephalus dispar тоже 1/3 яйца отъ Distoma. Понятно, что при этой величинѣ зародыши, представляя неотличаемыя пылинки, становятся еще опаснѣе для здоровья [1]).

Составъ воздуха и почвы, по которымъ проходитъ вода, можетъ быть весьма различенъ, а потому и чистота этой послѣдней колеблется въ очень широкихъ предѣлахъ. Чище всего должна быть вода, текущая по поверхности, образующаяся изъ таянія ледяной и снѣговой коры и мало соприкасающаяся съ почвою. Вода ручьевъ, происходящихъ изъ ледниковъ, часто на значительномъ разстояніи сохраняетъ свою первоначальную чистоту. Grange изслѣдовалъ воду ледника Глезенъ въ долинѣ Изеръ и нашелъ въ ней только 20 ч. твердаго остатка.

Есть озера, въ которыхъ атмосферная вода сохранила свою первоначальную чистоту; такъ напр. бѣднымъ содержаніемъ солей отличается озеро Жерамеръ. При выпариваньи чашки этой воды почти не получилось твердаго остатка (Braconnot). Вода маленькихъ озеръ въ Даларнѣ такъ чиста, что не даетъ мути ни отъ одного реагента (Berzelius) [2]). Другія озера содержатъ отъ 50 до 200 ч. плотнаго остатка. Bischof упоминаетъ объ источникѣ, берущемъ начало въ красномъ песчаникѣ (подъ Гейдельбергомъ). Вода его такъ чиста, что въ химической лабораторіи нельзя было приготовить болѣе чистой. Fuchs говоритъ, что вода источника, вытекающаго изъ кристаллическихъ горныхъ породъ Тюрингенскаго лѣса, отъ 3,7° до 7,5° при выпариваньи не давала остатка. Вода нѣкоторыхъ тамошнихъ источниковъ можетъ разсматриваться какъ дестиллированная. Близъ Тарента есть источникъ, вода котораго такъ чиста, что Brackenridge употреблялъ ее для химическихъ работъ и только послѣ сильныхъ дождей въ ней можно было обнаружить слѣды углекислоты (Wittstein) [3])

Вообще же вода обыкновенныхъ источниковъ содержитъ въ себѣ солей больше чѣмъ ихъ находится въ большихъ рѣкахъ и рѣдко менѣе 300 ч. [4]) Твердый остатокъ изслѣдованныхъ большихъ рѣкъ по большей части колеблется между 100 и 200 частями [5]). Въ водѣ Дона,

[1]) Очеркъ основъ санитарной дѣятельности А. Доброславина, стр. 131.

[2]) Jahresber. IX, 1830. 208. Цитировано у Lersch'a, стр. 28.

[3]) Vierteljarsschr. 1860. 3. Цитировано у Lersch'a, стр. 29.

[4]) Lersch. Hydrochemie, стр. 28 и 29.

[5]) Annuaire des Eaux de la France pour 1851 — 1854, première partie. Eaux douces, стр. 14, а также см. Менделѣева, стр. 89, Доброславина, стр. 129. Reichardt'a, стр. 62. Fischer'a, стр. 115—116. Lersch'a, стр. 27, 28, 123—126. Эрисмана, стр. 414.

напр., 124 части (Шмидтъ), Днѣпра 187 частей (Гюиллеменъ). Часто остатокъ этотъ бываетъ меньше, какъ, напр., въ Невѣ 55 частей (Трапп), а иногда представляется весьма значительнымъ, какъ въ водѣ Нила 1580 част., Іордана 1052 части или въ водѣ Темзы во время прилива: въ Вокзалѣ 1462 части и около Лондонскаго моста 1617 частей.

Значительное увеличеніе въ рѣкахъ солей, а преимущественно органическихъ веществъ по большей части встрѣчается по теченію рѣкъ, берега которыхъ густо заселены и въ воду которыхъ попадаютъ отбросы хозяйства, фабричныхъ производствъ и всякія нечистоты. Чтобы убѣдиться насколько масса этихъ нечистотъ, попадая въ рѣки (прямо или черезъ пересыщенную разлагающимися органическими веществами почву) вліяетъ на ихъ загрязненіе, дѣлая воду или сомнительною или даже прямо негодною къ употребленію, достаточно взглянуть на приводимые ниже анализы водъ до и послѣ поступленія въ нихъ различныхъ нечистотъ. Для примѣра возьмемъ Неву и каналы Петербурга, образующіе искусственные рукава Невы, изъ которой они и получаютъ свою воду. По изслѣдованіямъ, произведеннымъ въ 1848 г. проф. Траппомъ [1]), воды Ладожскаго озера, Невы, Малой Невы у Каменнаго острова, Фонтанки у Аничкина моста, Екатерининскаго канала у Казанскаго моста и Мойки у Полицейскаго моста, оказалось:

	общій остатокъ.	органическія вещества.	неорганическія вещества.
Въ водѣ Ладожскаго озера.	46,517	19,750	26,767
„ „ Невы	55,466	22,660	32,806
„ „ Малой Невки	54,400	22,400	32,000
„ „ Фонтанки	61,306	24,900	36,406
„ „ Екатерининскаго канала. . .	66,307	28,900	37,407
„ „ Мойки	61,466	26,660	34,806

Еще рѣзче цифры, полученныя въ 1864 г. проф. Драгендорфомъ [2]) при анализахъ тѣхъ же водъ, произведенныхъ съ 18 сент. по 15-е октября. Вода содержала:

[1]) J. Trapp. Das Wasser der Newa, des Ladoga Sees und dreier Kanäle St.-Petersburgs in qualitativer und quantitativer Hinsicht chemisch untersucht. 1848. Цитировано у Драгендорфа, стр. 62.

[2]) Драгендорфъ. Изслѣдованія водъ С.-Петербургскихъ каналовъ. Архивъ судебной медицины и общественной гигіены. Мартъ 1865 г., стр. 63 и слѣд.

Лиговки, окружаются на 2 мѣсяца густымъ поясомъ нѣсколькихъ десятковъ тысячъ человѣкъ, моющихъ въ озерахъ свои пожитки, купающихъ лошадей и снабжающихъ ихъ изверженіями, сносимыми верховою водой по отлогимъ берегамъ наклоннымъ къ озерамъ, тогда нечистоты Лиговки должны доходить до наибольшаго накопленія. Ко всему этому должно прибавить, что за фабрикою та же рѣчка протекаетъ мимо бойнъ, кладбищъ и огородовъ, которые также не могутъ способствовать чистотѣ ея водъ.

Изслѣдованія невской воды указываютъ, если сравнить анализы гг. Траппа, Драгендорфа и Ренарда, что твердый остатокъ ея постоянно увеличивается и въ 1848 году, по анализамъ профессора Траппа, онъ равнялся 52 ч., въ 1874 г., по анализамъ г. Ренарда, онъ доходитъ до 70 ч.

Также характерны цифры, показывающія содержаніе органическихъ веществъ въ различныхъ водахъ Петербурга, полученныя въ 1874 году д-ромъ Мисевичемъ [1]) и приводимая выдержка изъ анализовъ болѣе чѣмъ 200 пробъ различныхъ водъ, произведенныхъ въ 1875 году покойнымъ д-ромъ В. Езерскимъ [2]). Этимъ послѣднимъ 28-го іюня найдено:

	На 1 л. въ миллиграммахъ кислорода отдан. хамел.	амміака.	Въ куб. сент. раствор. въ водѣ кислор.
Въ водѣ Невы противъ водопроводной башни	6,72	0,36	6,42
„ „ Фонтанки у Аничкова моста	7,44	1,62	4,68
„ „ Екатерининск. кан. у Вознесенск. моста	7,12	1,73	4,15
„ „ Мойки у Исакіевской площади	7,12	1,37	5,8
„ „ Обводнаго канала у Обуховск. моста	6,96	1,12	5,64

Не менѣе доказательно изслѣдованіе водъ города Петербурга, произведенное съ 2-го по 24-е мая 1879 года по порученію учрежденной при С.-Петербургской Городской Думѣ временной исполнительной коммисіи общественнаго здравія проф. Бельштейномъ и гг. Реннаромъ и ст. А. Пржибытекомъ [3]). Позволяемъ себѣ привести всѣ анализы въ виду ихъ мѣстнаго для насъ интереса.

---

[1]) Къ вопросу количественнаго опредѣленія органическихъ веществъ въ водѣ для питья. С.-Петербургъ, 1874 г. Диссертація.

[2]) Наиболѣе употребительные способы оцѣнки загрязненія водъ и опредѣленіе степени ихъ чистоты въ С.-Петербургѣ. 1876 г. Диссертація.

[3]) Отчетъ временной исполнительной коммисіи общественнаго здравія, учрежденной С.-Петербургскою Городскою Думою (съ 1-го мая по 15-е августа 1879 года) стр. 2—17.

Рѣка Большая Нева.

	Амміакъ.	Азотная кислота (N_2O_5).	Хлоръ.	Сѣрная кислота (NSO_3).	Органич. [1]) вещества.
1. Въ верху Больш. Невы близь городской черты	0,15	0,33	4,26	7,8	94,50
2. Противъ Охты ближе къ берегу	0,15	0,38	4,26	8,0	97,20
3. У Таврическаго ковша ближе къ трубѣ Общ. водопр.	0,15	0,38	4,26	7,7	90,35
4. Тутъ же въ срединѣ Невы	0,15	0,33	4,26	7,4	45,05
5. Перевозъ у клиническаго военнаго госп. Выборг. ст.	1,50	0,33	9,23	10,0	152,55
6. У Прачешнаго моста, при впаденіи Невы въ Фонтанку [2])	0,15	0,33	4,26	10,8	135,10
7. Перевозъ у Дворцоваго моста (близь Зимняго дворца)	0,10	0,36	3,55	12,0	132,85
8. Перевозъ предъ Горнымъ корпусомъ	0,12	0,67	4,26	15,0	138,50
9. Чекуши въ концѣ переулка, ведущаго отъ дома № 30 по Кожевенной линіи къ Невѣ	0,50	1,33	14,91	21,0	225,90
10. Лѣвый берегъ Невы, противъ № 9. Плотъ у завода Берда	0,25	0,67	4,97	24,0	147,65

Большая Невка и Малая Нева.

11. Петербургская сторона, Самсоньевскій мостъ. Плотъ предъ здан. Общ. водопроводовъ [3])	0,15	0,43	4,97	8,0	97,20
12. Выборгская часть, рѣчка Негодяевка. Для анализа была взята вода изъ Бол. Невки на нѣсколько шаговъ отъ впаденія Негодяевки въ Бол. Невку	1,25	1,33	10,08	48,0	233,30
13. Выборгская сторона у красильни Гука	0,10	0,60	3,55	9,0	137,30
14. Черная Рѣчка близь впаденія ея въ Больш. Невку	0,25	1,00	8,52	27,0	206,70
15. Старая деревня у кладбища, около водокачальни	0,15	1,00	3,97	12,0	140,25
16. Малая Нева, у патроннаго завода. 6 саж. отъ берега	0,75	0,75	7,80	16,0	208,65

---

[1]) Количество органическихъ веществъ опредѣлялось по способу Кубеля, т. е. чрезъ окисленіе посредствомъ марганцово-каліевой соли въ кисломъ растворѣ. При разсчетѣ принято, что 1 часть марганцово-каліевой соли разрушаетъ 5 частей органическихъ веществъ.

[2]) Эта проба воды взята 2-го мая; всѣ же остальныя, приведенныя въ этой таблицѣ, 17-го мая.

[3]) Эта проба взята 17-го мая; всѣ же остальныя, приведенныя въ этой таблицѣ, 12-го мая.

Мойка, Фонтанка, Екатерининскій каналъ, Пряжка.

	Амміакъ.	Азотная кислота	Хлоръ.	Сѣрная кислота	Органич. вещества.
17. Мойка. Полицейскій мостъ у Воспитательнаго дома, правый берегъ у пристани [1]	2,20	1,66	7,81	14,0	182,35
18. Близь бань Соболева, у Демидова переулка	0,55	0,66	5,68	18,0	149,15
19. Крюковъ каналъ, близь моста, ведущаго черезъ каналъ	1,00	1,00	5,68	18,0	163,90
20. Рѣка Пряжка. Въ концѣ Офицерской улицы, у плота направо отъ Баннаго моста	1,25	0,83	6,39	12,0	143,75
21. Екатерининскій каналъ. Казанскій мостъ предъ домомъ Лѣсникова, налѣво отъ плота	1,15	1,00	5,32	24,0	140,25
22. Кокушкинъ мостъ. Лѣвый берегъ ниже моста	1,30	1,00	6,74	24,0	156,50
23. Никольскій рынокъ. Спускъ ниже лавокъ	1,80	1,33	7,81	18,0	150,00
24. Фонтанка. Аничковъ мостъ. Правый берегъ, спускъ ниже моста	1,30	0,50	5,68	21,0	155,50
25. Семеновскій мостъ. Лѣвый берегъ ниже моста	2,30	1,33	9,23	27,0	179,10
26. Экспедиція заг. госуд. бум. Спускъ ниже выпускной трубы экспедиціи.	1,40	1,16	23,43	44,8	206,70

Лиговка, Обводный каналъ.

27. Лиговка. Плотъ за Евангелическимъ госпиталемъ	0,20	0,90	7,81	17,0	68,00
28. Глазовъ мостъ. Ниже моста, вблизи водопоя	0,15	0,90	7,81	16,0	67,50
29. Разстанная улица. Плотъ вблизи водопоя	0,25	0,70	7,81	17,0	64,60
30. Обводный каналъ. Плотъ у казачьихъ казармъ	0,25	0,83	7,81	16,0	96,20
31. Черная рѣчка (алекс.-невской части) ниже Волковскаго кладбища. Плотъ у единовѣрческой церкви	8,50	1,70	50,41	24,0	728,05
32. У церкви Іоанна Предтечи, при впаденіи въ каналъ Черной рѣчки.	0,25	0,83	7,81	16,0	103,40
33. У скотопригоннаго двора, лѣвый берегъ ниже моста	0,50	0,90	7,81	17,0	110,60
34. При впаденіи р. Таракановки. Плотъ у бумагопрядильни Голенищева.	0,85	1,06	7,81	20,0	127,80

[1]) Всѣ пробы воды этой и слѣдующей таблицы взяты 2-го мая.

Рѣчки и каналы островов, рѣка Охта.

	Амміакъ.	Азотная кислота	Хлоръ.	Сѣрная кислота	Органич. вещества.
35. Васильевскій островъ. Глухой протокъ. (Суворовскій участокъ). Плотъ у Наличной улицы	15,00	1,06	43,31	12,0	505,30
36. Черная рѣчка. У 8-й линіи, ниже стока изъ бань	20,00	1,40	107,21	24,0	928,65
37. За Смоленскимъ кладбищемъ, почти въ концѣ забора кладбища	20,00	1,40	64,61	24,0	746,50
38. Петербургская сторона. Ждановка. У завода Леонтьева и таможенной станціи	0,35	0,66	7,81	16,0	113,10
39. Карповка. У Петропавловской больницы, лѣвый берегъ	0,15	1,66	5,11	18,0	143,75
40. Карповка. У Силина моста, правый берегъ ниже моста	0,15	2,00	5,39	18,0	144,70
41. Рѣка Охта. При впаденіи ея въ Неву у верфи [1])	0,15	0,45	4,55	10,0	348,40

Порціи воды собирались отъ 3—7 ч. вечера и по тѣмъ днямъ, когда открыты общія бани, фабрики, заводы и т. д., и во всѣ сроки черпанія воды стояла прекрасная погода и не было предшествовавшихъ дождей, которые могли бы уменьшить количество составныхъ частей въ водѣ.

Подобное загрязненіе водъ, въ большей или меньшей степени, констатировано для всѣхъ населенныхъ мѣстностей и въ странахъ густо населенныхъ, съ сильно развитою промышленностью, при томъ не отличающихся особеннымъ обиліемъ водъ—загрязненіе это достигло ужасающихъ размѣровъ. Для примѣра приводимъ цитату изъ 3-го отчета англійской коммисіи [2]), касающуюся рѣкъ Айръ и Кальдеръ: «Рѣки Айръ и Кальдеръ и ихъ притоки загрязняются вслѣдствіе того, что въ нихъ ежегодно спускаютъ сотни тысячъ тоннъ золы, шлака и пепла изъ паровиковъ, изъ плавильныхъ печей, изъ желѣзныхъ заводовъ и различныхъ домашнихъ очаговъ. Далѣе, рѣки эти превращены въ мѣсто, куда бросаются, и при томъ въ значительномъ количествѣ, разбитая посуда и отказавшіяся служить металлическія орудія. Въ нихъ же кидаютъ кирпичи съ кирпичныхъ дворовъ и отъ старыхъ зданій, кидаютъ землю,

[1]) Эта проба взята 17-го мая; всѣ же остальныя, приведенныя въ этой таблицѣ, 12-го мая.

[2]) Third Report of the Commissioners appointed to inquire into the best Means of preventing the Pollution of Rivers (Aire and Calder) 1867, т. I, стр. 11. Цитировано въ руководствѣ по гигіенѣ и т. д. А. Бёка, т. I, вып. 1-й, стр. 407.

камни и известку, которыя получаются при различныхъ выкапываніяхъ и каменоломныхъ работахъ, чисткѣ дорогъ, при метеніи улицъ и т. д. Въ эти же рѣки кидаются негодящіяся краски и различные твердые предметы, употребляющіеся при изготовленіи различнаго гаруса и шерсти; въ тѣ же самыя рѣки летятъ тысячи труповъ различныхъ животныхъ, напр. собакъ, кошекъ, свиней и т. д.; трупы эти свободно плаваютъ на поверхности этихъ рѣкъ, или гніютъ на имѣющихся въ нихъ отмеляхъ; наконецъ въ эти рѣки стекаетъ, въ количествѣ нѣсколькихъ милліоновъ галлоновъ въ день, отравленная, испорченная и переполненная различной грязью вода изъ красиленъ, изъ заведеній для выведенія пятенъ; далѣе вода, которая стекаетъ при вяленіи шерстяныхъ и гарусныхъ матерій, при очисткѣ кожъ и дубленіи ихъ; туда же стекаютъ нечистоты изъ боень и нечистоты изъ городовъ и домовъ». Для нагляднаго изображенія качества воды, получающагося отъ вышеописаннаго ея загрязненія, въ отчетѣ приводится факсимиле и отпечатокъ окраски, полученной на реактивной бумажкѣ: первое кажется написаннымъ блѣдными чернилами и имѣетъ слѣдующее содержаніе:

The Stennard Works.
Wakefield. 11 Aug. 1868.

«Не спрося разрѣшенія, представляемъ мѣстному санитарному управленію Wakefield'а эту записку, написанную водою рѣки Кальдеръ, взятою возлѣ устья городскаго отводнаго канала. Если бы ее могъ сопровождать господствующій тамъ запахъ, то она значительно выиграла бы въ интересѣ». C. W. Clay [1]).

Do. do—написанъ въ то же время водою канала.

Посторонніяя примѣси въ собравшейся на поверхности земли водѣ, подъ вліяніемъ свѣта, теплоты и растворенного въ ней кислорода, подвергаются различнымъ превращеніямъ, изъ которыхъ постепенное окисленіе органическихъ веществъ играетъ главную роль. Это окисленіе находится въ зависимости отъ количества и качества примѣсей и избытка растворенного въ водѣ кислорода. Большое количество разлагающихся органическихъ веществъ, при недостаткѣ кислорода, ведетъ къ развитію гнилостныхъ процессовъ, которыми характеризуются въ особенности стоячія воды болотъ и мелкихъ прудовъ. Болотныя воды отличаются отъ всѣхъ другихъ только богатствомъ содержимаго ими органическаго вещества въ растворѣ и суспенсіи, въ состояніи различныхъ степеней разложенія. Количество ихъ колеблется отъ 100 до 1400 ч. Вмѣстѣ съ тѣмъ въ числѣ газовъ болотной воды находимъ углеводороды (CH_4), сѣ-

[1]) Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege, т. IV, 1872 г. стр. 411 и 412. 3-й англійскій отчетъ.

роводородъ, часто слѣды фосфороводорода и органическія кислоты, жировыя и др. рядовъ.

Весьма близки къ болотамъ по своему характеру озера Киргизскихъ степей. По анализамъ проф. А. И. Якобія въ нихъ было [1]):

	Сух. ост.	Мин. ост.	Орг. ост.
Оз. Тайнча-Куль	1386	1187	199
„ Балакты-Байтаръ	1996	1780	216
„ Половинное:			
„ на чистомъ мѣстѣ	3200	2773	427
„ между камышемъ	3385	3232	153

Воды прудовъ гораздо болѣе, чѣмъ воды рѣкъ, подвержены одной формѣ загрязненія, а именно разростанію мелкихъ растительныхъ организмовъ. Развитіе подобныхъ организмовъ можетъ сдѣлаться очень роскошнымъ, если вода въ то же самое время бываетъ незначительной глубины, такъ что лучи солнца легко могутъ согрѣвать ее. Низшіе виды, какъ растительныхъ, такъ и животныхъ организмовъ, процвѣтаютъ особенно обильно въ стоячей водѣ [2]).

Отвращеніе людей отъ употребленія такихъ водъ всегда было такъ сильно, что въ Коранѣ, напр., упоминается объ употребленіи стоячей воды, какъ объ одномъ изъ наказаній на томъ свѣтѣ [3]).

Нѣсколько инымъ измѣненіямъ подвергается вода, просачивающаяся въ почву. Осаждая въ порахъ проходимыхъ ею слоевъ взвѣшенныя въ ней примѣси и приходя въ соприкосновеніе съ находящейся въ различныхъ стадіяхъ разложенія въ верхнихъ слояхъ почвы растительной и животной матеріей, она, помощью заключающагося въ ней кислорода, окисляетъ ее.

Вода, насыщенная находящимися въ почвѣ солями и продуктами разложенія органическихъ веществъ, отчасти освобождается отъ нихъ, питая ими корни растеній. Преимущественно весною и лѣтомъ часть соединеній, содержащихъ азотъ, потребляется въ видѣ пищи животными и растительными организмами. Точно также уменьшается содержаніе азота, какъ только органическія вещества въ водѣ окисляются или истлѣваютъ въ отсутствіи кислорода, но въ присутствіи азотнокислыхъ или азотистокислыхъ солей. Эти соли отдаютъ кислородъ органическимъ веществамъ для превращенія углерода и водорода въ угольную кислоту и воду, между тѣмъ какъ только маленькая часть ихъ азота переходитъ

[1]) Очеркъ основ. санит. дѣят. А. Доброславина, стр. 132.

[2]) О водѣ, употребляемой въ питье. В. Ничольса. Гигіена А. Бёка, стр. 421.

[3]) Die chemische Technologie des Wassers von D-r Ferdinand Fischer in Hannover, 1878, стр. 147.

въ амміакъ, а остальной азотъ освобождается. Этимъ и объясняется, что вода очень глубокихъ колодцевъ часто вовсе не содержитъ раньше растворенныхъ въ ней азотно и азотистокислыхъ солей, или только слѣды ихъ, и въ то же время содержитъ сравнительно незначительное количество амміака [1]).

Замѣщая во время процесса окисленія часть растворенного въ ней кислорода углекислотою, вода, при дальнѣйшемъ просачиваніи черезъ слои почвы, выщелачиваетъ ихъ и насыщается, смотря по составу проходимыхъ ею слоевъ [2]), тѣми или другими солями. Такъ, по Рейхардту [3]), источниковая вода различныхъ формацій содержитъ:

[1]) Reisebericht einer von Hamburg nach Paris und London ausgesandten Commission über künstliche centrale Sandfiltration zur Wasserversorgung von Städten etc. Erstattet von E. Grahn und F. Andreas Meyer, Hamburg, 1877 г. Trinkwasserversorgung Grossbritanniens, nach dem sechsten Berichte der Rivers Pollution Commission bearbeitet von E. Grahn, стр. 80.

[2]) Можетъ быть ни одно изъ изрѣченій древнихъ въ области естественныхъ наукъ не подтвердилось лучше, чѣмъ изрѣченіе римскаго естествоиспытателя Плинія. „tales sunt aquae quales terrae, per quas fluunt.“ F. Fischer, Die chemische Techn. des Was. стр. 88.

[3]) Grundlagen zur Beurtheilung des Trinkwassers. Vierte Auflage, 1880 г. стр. 33—34.

НАЗВАНІЕ ФОРМАЦІЙ.	Остатокъ отъ выпариванія.	Органическія вещества.	Азотная кислота.	Хлоръ.	Сѣрная кислота.	Известь.	Магнезія.	Жесткость.
Гранитная формація A. Тюрингенъ	24.4	15.7	0	3.3	3.9	9.7	2.5	1.27
„ „ B. таковой же	70.0	4.0	0	1.2	3.4	30.8	9.1	4.35
„ „ C. Силезіи	210.0	4.7	0	слѣды	10.3	44.8	21.0	7.42
Мелафиръ	160.0	19.2	0	8.4	17.1	61.6	22.5	9.31
Базальтъ	150.0	1.8	0	слѣды	3.4	31.6	28.0	6.08
Фельзитовый порфиръ	25.0	8.0	0	0	3.4	5.6	1.8	0.81
Глинистый сланецъ A. Штебенъ	120.0	0.	0.5	2.5	24.0	50.4	7.3	6.06
„ „ B. изъ Саксоніи	60.0	17.3	0	8.8	1.7	2.8	3.6	0.78
„ „ C. Грейцъ	70.0	17.0	слѣды	2.0	5.0	5.6	1.8	0.80
„ „ D. таковой же	180.0	21.0	слѣды	10.6	10.0	44.0	10.8	5.91
Пестрый песчаникъ	125.0 225.0	13.8	слѣды 9.8	4.2	8.8	73.0	48.0	13.96
Таковой же у Мейнингена	300.0	9.1	4.0	3.2	3.4	95.2	7.2	10.50
„ У Готы	190.0	4.0	слѣды	8.9	27.5	39.2	28.0	7.84
„ У Рудольштадта	90.0	2.6	0	7.5	0	10.0	3.6	1.15
Раковистый известнякъ близъ Іены	325.0	9.0	0.21	3.7	13.7	129.0	29.0	16.95
Доломитовый раковистый известнякъ (средніе цифры)	418.0	5.3	2.3	слѣды	слѣды	140.0	65.0	23.10
Гипсовый источникъ у Рудольштадта	2365.0	слѣды	слѣды	16.1	1103.3	766.0	122.5	72.75
Предѣльныя цифры	100—500	10—50	4	2—8	2—63	—	—	18

Принявъ температуру окружающей ея среды, вода собирается надъ водоведущимъ слоемъ уже очищенною отъ взвѣшенныхъ, а также и большей части растворенныхъ органическихъ веществъ, болѣе богатою углекислотою и различными солями, сохраняя постоянную температуру почвы, стоящую въ глубокихъ ея слояхъ по большей части внѣ перемежающагося вліянія солнечныхъ лучей. Вліяніе солнечной теплоты на почву прекращается на глубинѣ 20 метровъ и источники этой глубины показываютъ большею частью среднюю годовую температуру [1]).

Подъ различными широтами годовыя колебанія температуры воздуха проникаютъ на различную глубину; кромѣ того въ этомъ отношеніи не остаются безъ вліянія и свойства самой почвы: подъ экваторомъ годовыя колебанія въ температурѣ воздуха проникаютъ въ почву только на глубину нѣсколькихъ футовъ; въ Парижѣ, Страсбургѣ, Брюсселѣ, Цюрихѣ температура почвы на глубинѣ 55—60 футовъ почти не измѣняется, на глубинѣ же 30 футовъ колеблется только на $^1/_2$° Цельзія.

По изслѣдованіямъ Бишофа, разница между наибольшей и наименьшей температурами почвы въ Боннѣ слѣдующая:

на глубинѣ	6	футовъ	. . . . .	9,9°
„ „	12	„	. . . . .	6,5
„ „	18	„	. . . . .	3,9
„ „	24	„	. . . . .	2,2
„ „	30	„	. . . . .	1,25
„ „	36	„	. . . . .	0,65
„ „	60	„	. . .	почти 0.

Бишофъ, изслѣдуя 70 источниковъ, нашелъ, что наивысшая температура бываетъ въ нихъ въ концѣ октября. Обыкновенно проходитъ полгода, пока измѣненіе въ температурѣ атмосфернаго воздуха достигнетъ слоевъ почвы на глубинѣ 25 футовъ. Приблизительно съ іюля до января температура почвы на этой глубинѣ постоянно повышается и, достигая въ январѣ мѣсяцѣ наибольшей высоты, она съ января до іюля снова понижается [2]).

Проходя черезъ почву, содержащую залежи минеральныхъ солей, вода можетъ явиться насыщенной ими, въ формѣ такъ называемой минеральной воды. Большая часть нашихъ цѣлительныхъ источниковъ представляетъ растворы солей, которые въ данныхъ мѣстностяхъ находятся въ болѣе значительныхъ количествахъ и часто происходятъ изъ слоевъ почвы, лежащихъ на значительной глубинѣ [3]). Чтобы показать, какъ разнообразенъ можетъ быть составъ такихъ водъ, приводимъ анализъ нѣкоторыхъ минеральныхъ источниковъ, извѣстныхъ своими цѣлебными свойствами [4]):

---

[1]) F. Fischer. Das Trinkwasser seine Beschaffenheit etc. стр. 9.

[2]) Эрисманъ. Гигіена, стр. 393.

[3]) Reichardt, н. с. стр. 29.

[4]) Таблица приведена у Менделѣева, стр. 92.

НАЗВАНІЕ ИСТОЧНИКОВЪ.	Известковыхъ солей.	Хлористаго натрія.	Сѣрнонатровой соли.	Углекислой соли.	Углежелѣз. соли.	Іодистаго и бромистаго калія.	Другихъ солей калія.	Солей магнія.	Кремнезема.	Углекислаго газа.	Сѣрнист. водорода.	Всего твердыхъ составныхъ частей.
1) **Сергіевскія сѣрныя воды**, Самарской губ., Бугурусланскаго уѣзда (темп. 8° Ц.) анализъ Клауса . . .	1928	—	152	—	—	—	24	448	152	1300	80	2609
2) **Желѣзноводская вода** источника № 10, близъ Пятигорска на Кавказѣ, по анализу Фрицше (темп. 22,5°) .	816	386	1239	26	9	—	43	257	46	1485	—	2812
3) **Александровскій щелочносѣрный источникъ** въ Пятигорскѣ (темп. 46,5°), среднее изъ анализовъ Германа Зинина и Фрицше	1085	1430	1105	—	—	4	90	187	65	1326	11	3950
4) **Бугунтукскій щелочной источникъ** № 17, около Пятигорска, на Кавказѣ, (темп. 21,6°) по анализу Фрицше .	343	3783	16	3431	—	—	14	251	112	2883	—	7950
5) **Соленая вода** Старой Руссы, Новгородской губ., анализъ Нелюбина	3406	15049	—	—	17	2	—	1587	229	—	76	20290
6) **Вода Петербургскаго артезіанскаго колодца**, что на фабрикѣ государственныхъ бумагъ, анал. Струве.	352	3145	—	95	1	35	50	260	11	20	—	3970
7) **Шпрудель**, въ Карльсбадѣ, въ Богеміи (темпер. 73,7°), анализъ Берцеліуса.	308	1036	2583	1261	4	—	—	178	75	—	—	5451
8) **Крейцнахскій источникъ** (Elisenquelle) въ прусскихъ Рейнскихъ провинц. (темп. 8,8°) анализъ Бауера. . .	1726	9480	—	—	26	40	120	208	40	—	—	11790
9) **Зельтская газовая вода** (eau de Seltz) въ Нассау, анализъ Генри	551	2040	1150	999	30	—	1	209	50	2740	—	4070
10) **Вода Виши**, во Франціи, анал. Бертье и Пюви .	285	558	279	3813	7	—	—	45	45	2268	—	5031
11) **Источникъ** Paramo de Ruiz, въ Новой Гренадѣ, анализъ Леви, отличается свободными кислотами	340	910	Солей сѣрножелѣз. и сѣрноглиноземн.				1020 1660	940	190	кисл. сѣр. и соляной		2550 330

Проходя черезъ почву, пересыщенную гніющими веществами и бѣдную растительностью, вода, въ особенности если водоведущій пластъ находится недалеко отъ поверхности земли, можетъ насыщаться этими гніющими веществами и вмѣсто очищенной явиться еще болѣе загрязненною. Такою въ большинствѣ случаевъ представляется почвенная вода густонаселенныхъ мѣстъ.

Изъ этого описанія видно, что составъ всѣхъ означенныхъ водъ можетъ быть крайне различенъ и всецѣло зависитъ отъ состава воздуха и почвы, чрезъ которые онѣ проходятъ. Кромѣ того легко убѣдиться въ томъ, что вода, собирающаяся между глубокими пластами земли, обладаетъ болѣе постоянными качествами, что зависитъ отъ невозможности примѣшиванія къ ней различныхъ находящихся на поверхности земли разлагающихся веществъ, которыя задерживаются и окисляются въ порахъ почвы [1]) отъ малаго содержанія въ ней кислорода [2]), отъ отсутствія вліянія солнечныхъ лучей и невозможности вслѣдствіе этого возникновенія въ водѣ всѣхъ зависящихъ отъ нихъ жизненныхъ процессовъ; вмѣстѣ съ тѣмъ эта вода сохраняетъ постоянную, довольно низкую температуру, которая такъ цѣнится нами въ водѣ для питья.

Наоборотъ вода, находящаяся на поверхности земли, кромѣ весьма измѣнчиваго количества взвѣшенныхъ въ ней веществъ содержитъ въ себѣ такое же измѣнчивое количество растворенныхъ соединеній, подвергающихся, при постоянно сообразно временамъ года измѣняющейся температурѣ воды, самымъ различнымъ химическимъ процессамъ.

Рѣки, насыщенныя органическими веществами, способными гнить, подвергаются во время лѣта постоянному броженію. Зимою-же, т. е. въ

---

[1]) Громадныя количества фекальныхъ массъ и иные животные отбросы, проникая въ почву, какъ это до сихъ поръ случается въ большей части мѣстностей, при средней температурѣ и подъ вліяніемъ низшихъ организмовъ, очень быстро распадаются на еще мало извѣстные промежуточные продукты и при доступѣ атмосфернаго кислорода образуютъ амміакъ, азотистую и азотную кислоты. Фосфаты, калійныя соли, азотистыя органическія вещества и амміакъ большею частью задерживаются почвою и переходятъ въ корни растеній. Хлориды же, нитраты и сульфаты вмѣстѣ съ водою попадаютъ въ колодцы и источники.

F. Fischer. Die chemische Techn. des Wassers, стр. 98.

[2]) Обыкновенные колодцы рѣдко содержатъ такой же воздухъ, какъ дождевая вода, т. е. въ отношеніи одного объема кислорода къ двумъ азота. Обыкновенно содержаніе кислорода уменьшено, такъ что $1/3$ или $1/4$ или еще менѣе кислорода приходится на одну часть азота; иногда пропорція бываетъ такая же, какъ въ атмосферномъ воздухѣ, т. е. 21 кислорода на 79 азота, какъ напр. въ колодцахъ Берна. (Мюллеръ и Пагенштехеръ). Вода рѣкъ и источниковъ не представляетъ разницы въ отношеніи содержанія азота, но самые лучшіе колодцы и источники едва достигаютъ содержанія кислорода рѣчной воды. Въ водѣ источниковъ кислородъ исчезаетъ большею частью вслѣдствіе превращенія органическихъ веществъ, т. е. процесса ихъ окисленія. Lersch. Hydro-chemie, стр. 44 и 45, а также см. таблицы на стр. 43 и 44.

тѣ мѣсяцы, когда броженіе вслѣдствіе условій температуры не возможно, онѣ содержатъ болѣе органическихъ веществъ, чѣмъ лѣтомъ, что было подтверждено сравненіемъ пробъ рѣчной воды, собранныхъ въ различныя времена года [1]).

Если проглядѣть анализы различныхъ водъ, легко замѣтить, что составъ каждой изъ нихъ колеблется въ довольно значительныхъ предѣлахъ, и что, при присутствіи въ каждой изъ нихъ тѣхъ же химическихъ веществъ, содержаніе солей постоянно преобладаетъ въ водѣ почвенной, содержаніе же органическихъ веществъ преимущественно въ водѣ, находящейся на поверхности земли. Количество минеральныхъ частей въ колодезной водѣ бываетъ обыкновенно отъ 500 до 1000, иногда до 4000 (Вѣна, Дерптъ) и даже 10700 ч. (Стокгольмъ); между тѣмъ какъ ключевая вода большею частью содержитъ только 200 — 300 ч. плотныхъ веществъ, большая половина которыхъ состоитъ изъ углекислыхъ земель.

Вода, находящаяся на поверхности земли, теряетъ большую часть содержащейся въ ней углекислоты, вслѣдствіе чего растворенныя въ ней свободныя соли осаждаются, поэтому рѣчная вода содержитъ еще меньше минеральныхъ частей, чѣмъ ключевая; за то количество плотныхъ частей въ рѣчной водѣ можетъ значительно увеличиваться отъ притока изъ сточныхъ трубъ, клоакъ, фабричныхъ отводныхъ трубъ, отъ развитія въ водѣ животныхъ, растительныхъ организмовъ и т. д. [2]), какъ мы это уже видѣли изъ вышеприведенныхъ таблицъ.

Употребляемая для питья вода можетъ содержать въ себѣ: калій, натрій, аммоній (литій), кальцій, магній (барій, стронцій), аллюминій, желѣзо, марганецъ и др. металлы въ соединеніи съ кислотами: угольной, кремневой, сѣрной, съ хлоромъ (іодомъ, бромомъ, фторомъ), сѣрою, съ азотною кислотою, азотистою кислотою и другими кислотами. Кромѣ того каждая вода содержитъ въ себѣ газообразныя составныя части атмосфернаго воздуха—кислородъ и азотъ и потомъ нѣкоторое количество органическихъ веществъ, натура которыхъ можетъ быть до крайности разнообразна. Въ огромномъ большинствѣ случаевъ преобладающими составными частями воды, употребляемой для питья, являются кальцій и магній въ видѣ двууглекислыхъ и сѣрнокислыхъ соединеній; калій и натрій въ видѣ тѣхъ же и кромѣ того хлористыхъ соединеній [3]), азотнокислыя соли [4]) и органическія вещества съ продуктами ихъ распаденія.

---

[1]) Deutsche Vierteljahrs. etc., т. III, 1871 г., стр. 281. 1 и 2 англійскій отчеты.

[2]) Руководство къ военной гигіенѣ д-ра К. Кирхнера перев. А. Е. Воскресенскаго. С.-Петерб. 1871 г., стр. 151. (Изданіе Главнаго Военно-Мед. Управл.).

[3]) Качественный и количественный анализъ водъ, употребляемыхъ для питья. А. Я. Щербакова. (Изданіе Главнаго Военно-Мед. Упр.). С.-Петерб. 1877 г., стр. 359.

[4]) Незначительные слѣды іода, брома, фтора, стронціи, марганца, мѣди, мышьяка и другихъ металловъ, встрѣчающіеся иногда въ водѣ обыкновенныхъ колодцевъ и источниковъ, не представляютъ никакого особеннаго интереса въ санитарномъ отношеніи. Эрисманъ. Гигіена, часть I, стр. 359.

Большинство изъ встрѣчающихся въ водѣ для питья солей составляютъ нормальныя составныя части человѣческаго тѣла. Помимо воды соли эти доставляются организму въ достаточномъ количествѣ плотной пищей, почему присутствіе ихъ въ водѣ для питья не можетъ быть признано необходимымъ [1]). Слишкомъ большое количество ихъ, приближая воду къ минеральной, часто опредѣляется уже вкусомъ.

Здоровая вода почти не дѣйствуетъ на обоняніе и вкусъ, говоритъ Плиній, но только помощью этихъ чувствъ впервые стали отличать минеральныя воды отъ обыкновенныхъ.

Лершъ [2]) говоритъ, что нашъ языкъ крайне нечувствителенъ къ большей части безвредныхъ или даже необходимыхъ для нашего организма солей, желательна же большая чувствительность вкусовыхъ органовъ относительно хлористаго кальція, хлористаго магнія и гипса. По Парксу [3]) вкусъ есть хорошій руководитель, хотя на него естественно много полагаются.

Изслѣдованія, сдѣланныя д-ромъ де-Шомономъ и Паппенгеймомъ [4]), относительно вкусовыхъ границъ для солей, содержащихся въ водѣ, показываютъ, что для различныхъ солей онѣ весьма различны.

Чувство вкуса, какъ извѣстно, весьма неодинаково развито у различныхъ особъ; встрѣчающіяся же въ водѣ соли имѣютъ далеко не одинаковое значеніе для организма и, смотря по своему количеству, могутъ такъ или иначе вліять на его отправленія. Не превышая извѣстнаго количества, соли эти, по мнѣнію многихъ, составляютъ необходимую принадлежность здоровой и вкусной воды [5]); наоборотъ всѣ согласны съ тѣмъ, что, переходя извѣстную границу, онѣ должны вредно вліять на отправленія организма [6]). Попытки опредѣлить предѣлъ, до котораго мо-

---

[1]) Эрисманъ. Гигіена, ч. I, стр. 428.

[2]) Lersch. Hydro-chemie, стр. 9 и 10.

[3]) Руководство къ практической гигіенѣ д-ра Э. Паркса. С.-Петерб. 1869 г., стр. 42.

[4]) Таблицы приведены у А. Доброславина. Очеркъ основ. сан. дѣят., стр. 137 и 138.

[5]) Никто не можетъ сомнѣваться, что изобильное питаніе, въ особенности растительное, вполнѣ достаточно снабжаетъ организмъ минеральными элементами; но было бы большимъ заблужденіемъ думать, что вообще обыкновенная пища взрослаго рабочаго содержитъ необходимыя для возобновленія его органовъ минеральныя вещества.

Мы съ полной увѣренностью можемъ заключить, что большинство минеральныхъ веществъ употребляемыхъ водъ почти всегда полезно, а часто и необходимо организму, и что вообще совокупность этихъ веществъ составляетъ настоящую пластическую пищу. А. Готье. Химія въ приложеніи къ гигіенѣ. С.-Петерб. 1880 г., стр. 184 и 186.

[6]) Избытокъ въ водѣ такихъ полезныхъ для организма солей, какъ соли щелочныхъ земель, которыя обусловливаютъ такъ называемую ея жесткость, кромѣ вліянія на

жетъ дойти въ здоровой водѣ содержаніе солей, до сихъ поръ еще не привели къ окончательному рѣшенію этого вопроса. Паркс [1]) предлагаетъ мѣриломъ хорошей воды для питья содержаніе въ одномъ кубическомъ метрѣ ея не болѣе:

21,42	грамма	(1,5	гранъ	на	галонъ)	органическихъ веществъ.
228,57	„	16	„	„	„	углекислой извести.
42,85	„	3	„	„	„	сѣрнокислой извести.
42,85	„	3	„	„	„	углекислой и сѣрнокислой магнезіи.
142,85	„	10	„	„	„	хлористаго натрія.
285,71	„	20	„	„	„	углекислаго натра.
85,71	„	6	„	„	„	сѣрнокислаго натра.
7,14	„	0,5	„	„	„	желѣза.

но въ то же время онъ самъ считаетъ эти цифры условными и не отвергаетъ, что въ нѣкоторыхъ случаяхъ вода, еще въ большей степени насыщенная солями, особенно щелочными, въ продолженіи многихъ лѣтъ была употребляема безъ явнаго вреда.

Въ „Annuaire des Eaux de la France pour 1851—1854“ [2]) максимумомъ общаго количества растворенныхъ веществъ въ хорошей водѣ для питья принимается 500 ч., къ такому же постановленію относительно этого вопроса пришелъ санитарный конгрессъ въ Брюсселѣ въ 1853 году. Веймарская коммисія, которой было поручено изслѣдованіе водъ Саксенъ-Веймарскаго великаго герцогства, принявшая главнымъ образомъ въ соображеніе мнѣніе вѣнской коммисіи, считаетъ, что вода можетъ содержать не болѣе:

здоровье, дѣлаетъ такую воду мало пригодною для хозяйственныхъ цѣлей. Въ слишкомъ жесткой водѣ недостаточно развариваются стручковые плоды и мясо; далѣе посредствомъ нея недостаточно извлекаются чай и кофе, такъ какъ соли земель образуютъ съ органическими веществами нерастворимыя соединенія, препятствующія водѣ достаточно проникать тѣ вещества, на которыя она должна дѣйствовать. Равнымъ образомъ при употребленіи жесткой воды для мытья происходитъ потеря мыла, такъ какъ жирныя его кислоты образуютъ съ землями нерастворимыя соединенія, не имѣющія никакого полезнаго дѣйствія. Потеря мыла достигаетъ при этомъ, какъ показалъ опытъ, отъ 20% до 86%. Для Брюсселя потеря эта вычислена Вардомъ въ 1 милліонъ франковъ ежегоднаго убытка. Лондонъ ежегодно теряетъ вслѣдствіе жесткости своей воды 138000 ф. стерл. или 919000 талеровъ, а Глазго, вслѣдствіе введенія въ употребленіе мягкой воды, сберегаетъ сжегодно до 900000 франковъ или по 2 фр. на человѣка. Подобнымъ же образомъ вода, богатая известью, затрудняетъ процессъ очищенія человѣческаго тѣла: соли извести вступаютъ при этомъ въ трудно растворимыя въ водѣ соединенія съ щелочными альбуминатами и жирными кислотами, находящимися на поверхности кожи. Эрисманъ. Гигіена, т. I, стр. 427. А. Доброславинъ. Оч. осн. сан. д., стр. 159.

[1]) Руководство къ практической гигіенѣ. 1869 г., стр. 41.

[2]) Première partie. Eaux douces, стр. 14.

100—500	частей	плотнаго остатка отъ выпариванья [1]).
180	— „	извести.
4	— „	азотной кислоты.
30— 50	„	органическихъ веществъ.
2— 8	„	хлора.
2— 63	„	сѣрной кислоты [2]).

Парксъ относится съ недовѣріемъ къ цифрѣ 500 твердаго остатка въ хорошей водѣ для питья, говоря, что это не можетъ быть всегда соблюдаемо, и количество солей должно быть принято меньшимъ, если соли въ его составѣ вредны, и большимъ, если онѣ безвредны [3]). Новакъ [4]) также находитъ, что содержаніе твердыхъ составныхъ частей воды въ 600, 700 и 800 ч. могутъ не уменьшать хорошихъ качествъ и годности воды, если только она свободна отъ прочихъ загрязненій и если большая часть твердыхъ составныхъ частей состоитъ изъ углекислыхъ солей извести и магнезіи, растворенныхъ свободной угольной кислотой. Цюрекъ, которому по поводу новаго водоснабженія Берлина поручено было химическое изслѣдованіе большаго числа водъ, допускаетъ содержаніе плотныхъ неорганическихъ веществъ въ 500—600 ч. и находитъ, что относительно большое содержаніе углекислой извести, не переходящее за эти границы, не дѣлаетъ воду негодною для питья [5]).

Вообще же, что касается солей извести и магнезіи, обусловливающихъ такъ назыв. жесткость воды, то мнѣнія изслѣдователей относительно большаго или меньшаго количества ихъ, которое можно допустить въ здоровой водѣ, весьма различны.

Рейхардтъ [6]) нашелъ, что очень чистые источники въ окрестностяхъ Веймара содержатъ 124 ч. извести и 65 ч. магнезіи. Жесткость ихъ равнялась слѣдовательно 21,5. Сѣрной кислоты въ нихъ найдено 15 ч. и только слѣды хлора. Источникъ (laufender Brunnen) близъ Апольда содержалъ 104 ч. извести и 105 ч. магнезіи. Жесткость

---

[1]) Постоянно жесткая вода особенно отъ присутствія щелочныхъ солей имѣетъ иногда особенный приторный (fade) или слегка соленый вкусъ, если все количество солей простирается до 35—40 гранъ на галлонъ (500—570 ч. на милліонъ ч.) и содержаніе сѣрнокислой извести достигаетъ 6 или 8 гр. на галлонъ (85,7 ч. — 114 ч.). Парксъ н. с., стр. 42. Слѣдовательно максимумъ всего количества солей въ 500 ч. въ иныхъ случаяхъ очень близокъ отъ нашей вкусовой границы.

[2]) Эрисманъ н. с.. стр. 431.

[3]) А. Доброславинъ н. с., стр. 178.

[4]) Lehrbuch der Hygiene. Systematische Zusammenstellung der Wichtigsten Hygienischen Lehrsätze und Untersuchungs—Methoden von d-r. Josef Nowak. k. k. professor der Hygiene an der Wiener Uniwersität. Wien 1880.

[5]) Эрисманъ н. с., стр. 436.

[6]) Reichardt н. с., стр. 15.

его слѣдовательно равнялась 25,1, причемъ хлора было 4,9 ч., а сѣрной кислоты 24. Кромѣ этихъ онъ приводитъ и другіе примѣры, на основаніи которыхъ считаетъ, что совершенно чистая вода можетъ представить бо́льшую жесткость, чѣмъ цифра 18, принятая вѣнской и веймарской коммисіями.

Du Pasquier причисляетъ двууглекислый кальцій къ полезнымъ составнымъ частямъ, гипсъ же считаетъ вреднымъ. Letheby и Wilson утверждаютъ, что жесткая вода прозрачнѣе, холоднѣе, богаче воздухомъ и менѣе мягкой способна растворять органическія вещества, поддерживать жизнь низшихъ организмовъ и растворять олово и свинецъ. Въ физіологическомъ отношеніи известковыя соли предохраняютъ животные организмы отъ многихъ вредныхъ вліяній. Человѣческій организмъ требуетъ извѣстнаго количества фосфорнокислой и углекислой извести. Фосфорнокислой извести находится достаточно въ обыкновенной пищѣ, принимаемой нами, а углекислую известь мы принимаемъ вмѣстѣ съ источниковою или рѣчною водой.

Смертность большихъ городовъ находится въ обратномъ отношеніи къ жесткости воды. Фишеръ замѣчаетъ на это, что Берлинъ и Магдебургъ имѣютъ очень жесткую колодезную воду, а между тѣмъ имѣютъ и высокую смертность [1]). VI отчетъ англійской коммисіи подробно разсматриваетъ вліяніе жесткихъ водъ на здоровье и приходитъ къ тому заключенію, что очень жесткая вода можетъ принести организму незначительный вредъ. Умѣренно жесткія и мягкія воды, свободныя отъ вредныхъ веществъ, здоровы. На смертность не вліяетъ жесткая вода. Присутствіе въ довольно значительномъ количествѣ въ водѣ магнезіальныхъ солей, по Боллею, дѣлаетъ употребленіе такой воды опаснымъ. Шульце считаетъ содержаніе въ водѣ свыше 100 ч. магнезіи, преимущественно въ видѣ хлористаго магнія—опаснымъ, такъ какъ такая вода производитъ поносы. Фишеръ находитъ, что при одинаковыхъ условіяхъ слѣдуетъ предпочесть для употребленія мягкую воду, а именно хорошая вода, идущая въ питье, не должна бы содержать болѣе 40—50 ч. магнезіи, жесткость же ея не должна превышать 16—18 градусовъ. Если же жесткость воды происходитъ вслѣдствіе преобладанія двууглекислаго кальція, то ее можно допустить отъ 20 до 25 градусовъ [1]). Гиртъ [2]) степень жесткости съ гигіенической точки зрѣнія считаетъ безразличною. Вода въ 20 градусовъ жесткости можетъ быть такою же здоровою, какъ и въ 1 градусъ. Петтенкоферъ [3]), выска-

---

[1]) F. Fischer. Die chemische Technol. etc., стр. 143.

[2]) Dr. Ludwig Hirt. System der Gesundheitspflege. Breslau 1880 г., стр. 83.

[3]) Приведено у Grahn'a и F. Meyer'a. Reisebericht etc. стр. 152, приложеніе III, стр. 94.

ваясь по предложенію городской управы о водоснабженіи города Зальцбурга, говоритъ: „Въ недавнее время самою лучшею и самою чистою признавалась мягкая вода, но въ новѣйшее время въ Англіи возникъ серьезный споръ о томъ, всегда ли болѣе мягкая вода пригоднѣе для здоровья? Извѣстные спеціалисты и авторитеты, какъ Frankland и Lethebi принадлежатъ къ двумъ противуположнымъ лагерямъ и въ данную минуту (напечатано въ 1872 году) шотландская столица Эдинбургъ находится въ большомъ затрудненіи: выбрать ли ей мягкую воду St. Mary или умѣренно жесткую изъ Pentland'a, Heriot и South Esk. Д-ръ Wilson, опираясь на авторитетъ Lethebi, высказывается въ пользу послѣдней. Дѣйствительно, было бы крайне несправедливо заключать, что найденная жесткость воды и смертность находятся въ отношеніи другъ къ другу, какъ причина къ слѣдствію, такъ какъ совпаденіе это вѣроятно обусловливается тѣмъ, что оба явленія находятся въ зависимости отъ третьяго, зависящаго въ свою очередь отъ геогностической формаціи; сами же по себѣ они не находятся ни въ какой связи другъ съ другомъ. Изъ этого можно заключить съ положительностью только одно, что степень жесткости воды не можетъ ни въ какомъ случаѣ увеличить смертности. При этомъ случаѣ я положительно высказываюсь и противъ того мнѣнія, что источники Гейсберга заслуживаютъ предпочтенія потому, что они содержатъ болѣе жесткую воду. Въ пользу этого мнѣнія стараются выставить нѣсколько фактовъ, которые преимущественно найдены были Boussingault при вскармливаньи молодыхъ животныхъ. Но уже Friedleben показалъ, что эти положенія Boussingault основываются на ариѳметическихъ ошибкахъ; также и мои изслѣдованія не подтвердили того мнѣнія Boussingault, что содержаніе извести въ водѣ, примѣшиваемой къ корму, замѣняло недостающее ея количество". Гейгель [1]) говоритъ, что известковыя и магнезіальныя соли осаждаютъ содержащіяся въ водѣ перегнойныя вещества и обращаютъ ее въ такъ называем. жесткую воду, мало пригодную для варенія стручковыхъ плодовъ и растворенія мыла, но за то представляющую превосходную прозрачную и здоровую воду для питья. По мнѣнію Паппенгейма, предпочитающаго жесткую и „пикантную" ключевую воду мягкой и безвкусной фильтрованной рѣчной водѣ многихъ водопроводовъ,—большая жесткость воды не даетъ права считать ее вредною, пока инстинктъ населенія не отвергаетъ ее [1]). Эрисманъ [2]) говоритъ, что въ колодцахъ берлинскаго замка оказалось 19—69° жесткости, въ лондонскихъ колодцахъ—даже 46—114°, а между тѣмъ нѣтъ данныхъ, которыя доказывали бы вредное вліяніе ихъ на здоровье.

[1]) Руководство къ частной патологіи и терапіи подъ редакціей H. v. Ziemssen'a, т. I. Общественная гигіена Geigel'я, переводъ Фридберга, 1878 г., стр. 64.

[2]) Эрисманъ, Гигіена, часть I, стр. 429, см. также примѣчаніе на этой стран.

Что касается нитратовъ, то Мюллеръ считаетъ уже подозрительнымъ присутствіе 0,00004 ч. ихъ, остающихся послѣ выпариванья 10 к. сент. воды и могущихъ быть открытыми помощью желѣзнаго купороса. Рейхъ и Рейхардтъ согласны съ предѣльною цифрою 4 ч., постановленной вѣнской коммисіей. Ганноверская коммисія допускаетъ 10 ч., между тѣмъ какъ Брандесъ и общество врачей согласны съ допускаемой Фишеромъ для Ганноверскихъ колодезныхъ водъ предѣльной цифрой въ 27 ч. Вибель допускаетъ отъ 5 до 20 ч. Фишеръ, соглашаясь съ тѣмъ, что источники изъ необработанныхъ мѣстностей даютъ воду, количество азотной кислоты въ которой большею частью не достигаетъ предѣльной цифры, постановленной вѣнской коммисіей, однако же считаетъ, что источниковую или колодезную воду можно считать безусловно хорошею даже въ томъ случаѣ, когда она содержитъ 20 ч. азотной кислоты, слѣды органическихъ веществъ, но совершенно свободна отъ амміака, азотистой кислоты и низшихъ организмовъ; а для воды, годной еще для употребленія при этихъ условіяхъ, считаетъ возможнымъ допустить даже присутствіе около 40 ч. азотной кислоты [1]). Эрисманъ [2]) также находитъ, что допущенный веймарскою и вѣнскою коммисіями maximum въ 4 ч. слишкомъ малъ, если принять во вниманіе воды берлинскихъ колодцевъ. Рейхъ въ одномъ изъ нихъ нашелъ 358 ч. азотной кислоты, а изъ 25 колодцевъ только 11 содержали ея менѣе 100 ч. Колодцы королевскаго замка содержали 10 и 20 ч. азотной кислоты. Если раздѣлить взглядъ этихъ коммисій, то всѣ эти колодцы слѣдовало бы уничтожить, а между тѣмъ вредное ихъ вліяніе ничѣмъ не доказано. Петтенкоферъ допускаетъ только 5 ч. азотной кислоты на 1.000,000 ч. [3]).

Въ гораздо болѣе широкихъ предѣлахъ колеблется цифра, предлагаемая различными учеными для содержащихся въ водѣ, идущей въ питье, органическихъ веществъ. Петтенкоферъ опредѣляетъ ее въ 50 ч., могущихъ быть разрушенными марганцово-каліевой солью (считая, что одна вѣсовая часть марганцово-каліевой соли = 5 ч. органическихъ веществъ). Кубель понизилъ эту цифру до 20 ч. [4]). Шульце называетъ ту воду хорошею, литръ которой обезцвѣчиваетъ не болѣе 10 миллигр. марганцово-каліевой соли. Второю по качеству,—литръ которой обезцвѣчиваетъ отъ 10 до 20 миллигр. Среднею,—которая обезцвѣчиваетъ отъ 20 до 30. Скверной-же,—которая разлагаетъ болѣе 30 миллигр. марганцово-каліевой соли въ щелочномъ растворѣ. По Альмену литръ хорошей воды не долженъ требовать свыше 3 миллигр., вода же годная тре-

[1]) F. Fischer. Die chemische Technol. des Wassers, стр. 141.

[2]) Эрисманъ. Гигіена, стр. 434.

[3]) A. Wolff. Der Untergrund und das Trinkwasser der Städte etc. Erfurt. 1873, стр. 51.

[4]) Reichardt н. с., стр. 50.

буетъ не болѣе 6 миллигр. кислорода для окисленія (1 миллигр. кислорода соотвѣтствуетъ 4 миллигр. марганцово-каліевой соли или 20 миллигр. органическихъ веществъ). Фишеръ для Ганновера взялъ крайней величиною 40 миллигр. органическихъ веществъ (что соотвѣтствуетъ 8 миллигр. марганцово-каліевой соли). Брандесъ и общество врачей примкнули къ этому мнѣнію. Англійская коммисія (VI Report, стр. 426) находитъ, что вода, стекающая по поверхности и рѣчная, которая содержитъ болѣе 2 част. органич. углерода и 0,3 ч. органическаго азота, не годится для домашнихъ цѣлей. Источниковая вода и вода глубокихъ колодцевъ не должна бы содержать болѣе 1 части органическаго углерода и 0,3 ч. органическаго азота. Если же содержаніе углерода доходитъ до 1,5 ч., то подобная вода можетъ употребляться только въ крайнихъ случаяхъ. Во всякомъ случаѣ для домашнихъ цѣлей слѣдуетъ отдавать предпочтеніе хорошей источниковой или колодезной водѣ передъ водой стекающей съ поверхности и рѣчной. Фишеръ находитъ что цифры Шульце и Альмена слишкомъ велики: вода, употребляемая въ питье, не должна содержать болѣе 30—40 миллигр. на литръ органическихъ веществъ (что соотвѣтствовало бы 6—8 миллигр. марганцово-каліевой соли). Если органическія вещества растительнаго происхожденія, какъ напр. изъ лѣсной и торфяной почвы, когда слѣдовательно въ водѣ находятся только слѣды соединеній азота и незначительное количество хлоридовъ, то подобная вода годится еще для употребленія, если она разлагаетъ отъ 15 до 20 миллигр. марг. кал. соли [1]). Цюрекъ для органическихъ веществъ даетъ цифру 100 [2]). Гиртъ [3]) принимаетъ цифру 40.—50. Рейхардтъ [4]), указывая на то, что чистые источники содержатъ едва болѣе 10 ч., обыкновенно же меньше (средняя цифра изъ 11 анализовъ источниковой воды равняется 5,7 ч. органич. веществъ) говоритъ, что если ихъ считать за образецъ, то необходимо было бы понизить предѣльную цифру для органическихъ веществъ на 10—20 и еще ниже и что съ санитарной точки зрѣнія большое содержаніе органическихъ веществъ въ 30—50 ч. дѣлаютъ воду безусловно негодною, но что и менѣе значительное количество ихъ не доказываетъ, чтобы вода была годна для употребленія.

Цюрекъ, въ виду того, что присутствіемъ въ ключевой или колодезной водѣ большаго количества хлористыхъ щелочей почти всегда обусловливается присутствіе значительнаго количества другихъ болѣе вредныхъ веществъ, особенно сульфата кальція, находитъ, что желательно, чтобы въ хорошей водѣ для питья содержалось относительно небольшое количество хлористыхъ щелочей, и чтобы содержаніе хлора не превышало 100

[1]) F. Fischer. Die chem. Technol. etc., стр. 139 и 140.
[2]) Эрисманъ н. с., стр. 437.
[3]) L. Hirt. System der Gesundheitspflege, стр. 83.
[4]) Н. с., стр. 9 и 50.

частей, хотя въ то же время признаетъ, что количество хлористаго натрія, потребнаго для нормальнаго образованія крови, значительно больше того количества, которое доставляется тѣлу пищевыми средствами. Фейтмейеръ также находитъ цифру вѣнской коммисіи 2 — 8 ч. для хлора слишкомъ малою [1]). Фишеръ [2]) для Ганновера и Вибель для Гамбурга допускаютъ 35,5 частей.

Что касается сѣрной кислоты, то Фишеръ [3]) для Ганновера принялъ предѣльную цифру въ 80 ч. Признавая, что обыкновенно хорошая вода содержитъ менѣе 80 ч., онъ однако находитъ, что если вода незагрязнена животными отбросками, что можно узнать сравненіемъ съ сосѣдними водами и черезъ опредѣленіе остальныхъ составныхъ частей, то въ ней можно даже допустить отъ 100 до 120 ч. сѣрной кислоты. Вибель допускаетъ отъ 80 до 100 ч. Цюрекъ находитъ, что большое содержаніе въ водѣ сѣрнокислыхъ солей, особенно гипса, вредно. Присутствіе ихъ затрудняетъ растворимость бѣлковыхъ веществъ и дѣйствуетъ нарушающимъ образомъ на пищеварительный процессъ. Къ тому же большое содержаніе гипса въ водѣ нерѣдко служитъ источникомъ для образованія сѣроводорода. Поэтому хорошая вода для питья должна содержать не болѣе 100 частей сѣрной кислоты [4]).

Изъ приведенныхъ выше, при разсмотрѣніи загрязненія водъ различными жизненными отбросками, таблицъ, мы уже видѣли, что продукты разложенія органическихъ веществъ, попадая въ воду, могутъ значительно увеличить содержаніе въ ней нѣкоторыхъ солей. Поэтому избытокъ такихъ солей въ водѣ, какъ не соотвѣтствующій количеству ихъ, содержащемуся въ данной почвѣ, можетъ служить намъ хорошимъ показателемъ загрязненія воды. Если нѣкоторыя изъ этихъ солей могутъ быть сами по себѣ совершенно безвредными, а по мнѣнію нѣкоторыхъ въ извѣстныхъ количествахъ и полезными для организма, то совершенно иначе смотрятъ на нихъ, въ томъ случаѣ, когда происхожденіе ихъ обусловилось вышесказаннымъ загрязненіемъ. Очевидно, что дѣйствіе соли на организмъ остается то же самое, какого бы происхожденія она ни была, но мы не гарантированы въ томъ, что въ этомъ случаѣ вмѣстѣ съ нею не попали въ данную воду другія, пока не поддающіяся нашимъ опредѣленіямъ вредныя вещества. Такъ напр. содержаніе хлора, происходящаго изъ поваренной соли мочи, даетъ драгоцѣнное указаніе на притокъ изъ клоакъ и ямъ; отчасти такое же указаніе даетъ и сѣрная кислота, происхожденіе которой также можно свести на сѣрнокислыя

[1]) Эрисманъ н. с., стр. 431 и 437.
[2]) F. Fischer. Die chem. Techn. etc., стр. 142.
[3]) Die chemische Technol. des Wassers, стр. 143.
[4]) См. у Фейтмейера. Приготовительныя работы для будущаго водоснабженія города Берлина. Приведено у Эрисмана, стр. 437.

щелочи мочи [1]). Еще болѣе важное указаніе можетъ дать намъ присутствіе, самихъ по себѣ относительно безвредныхъ, азотно и азотисто кислыхъ солей, о чемъ рѣчь будетъ ниже.

Большинство изъ содержащихся въ водѣ для питья солей входитъ составною частью въ нашъ организмъ, не составляя для него чего-то чуждаго. Дѣйствіе этихъ солей на организмъ, какъ учатъ насъ физіологія и фармакологія, обусловливается только тѣмъ или другимъ количествомъ вводимой въ организмъ соли, характеръ же и количество солей въ данной водѣ могутъ быть точно опредѣлены химическимъ анализомъ; поэтому, когда мы гарантированы въ томъ, что съ данными солями въ воду не поступило другихъ вредныхъ веществъ, то, при обсужденіи качествъ такой воды, къ означеннымъ составнымъ частямъ ея мы можемъ вполнѣ примѣнить количественную мѣру.

Совсѣмъ иначе стоитъ вопросъ о вліяніи на здоровье другой составной части воды, именно находящихся въ ней органическихъ веществъ. Ихъ присутствію большинство изслѣдователей приписываетъ вредное дѣйствіе нѣкоторыхъ водъ на здоровье человѣка и животныхъ, но къ сожалѣнію природа этихъ органическихъ веществъ до сихъ поръ остается совершенно неизвѣстною. Происходя изъ растительной и животной матеріи, эти вещества подъ вліяніемъ различныхъ агентовъ претерпѣваютъ рядъ измѣненій, пока не вступятъ опять въ круговращеніе жизни, въ видѣ окончательныхъ продуктовъ окисленія. Не смотря на то, что органическія вещества въ той формѣ, какъ онѣ находятся въ водѣ, не могутъ усвоиваться человѣческимъ организмомъ, а потому должны считаться примѣсью къ ней совершенно излишнею, нельзя не сознаться, что при огромномъ развитіи жизни на земной поверхности рѣдкая вода совершенно свободна отъ нихъ [2]), однако, не смотря на это, не можетъ быть признаваема вредною. Изъ всѣхъ, опредѣленныхъ химіею и микроскопомъ органическихъ веществъ воды, ни одному изъ нихъ въ отдѣльности нельзя было приписать того или другаго вреднаго вліянія на организмъ [3]), а между тѣмъ наблюденія, что вода загрязненная ими производила значительныя разстройства и заболѣванія, не могли не указывать на то, что именно этому загрязненію она обязана своимъ вредоноснымъ дѣйствіемъ. Недостатокъ свѣдѣній въ этой области заставилъ прибѣгать къ различнымъ болѣе или менѣе вѣроятнымъ предположеніямъ. Стали приписывать вредное дѣйствіе такихъ водъ не самимъ органическимъ веществамъ, находящимся въ нихъ, но продуктамъ ихъ разложенія, при которыхъ могутъ развиваться ядовитыя вещества, опять таки извѣстныя намъ только по ихъ дѣйствію. Опредѣляя слѣдовательно общее количество органическихъ веществъ въ водѣ, главное вниманіе обращали на наклонность ихъ переходить въ гніеніе и броженіе. Существующее въ этіологіи воззрѣніе, что заразительныя вещества различныхъ эпидемическихъ и другихъ болѣзней развиваются подъ вліяніемъ процессовъ броженія и разложенія и по преимуществу въ богатой азотомъ матеріи, кромѣ того образованіе при гнилостныхъ процессахъ въ животныхъ азотистыхъ веществахъ такихъ мало изученныхъ ядовъ, какъ колбасный, рыбный, сырный и трупный—еще болѣе подкрѣпляли воззрѣніе, что именно на эти процессы и должно быть обращено главное вниманіе.

Поэтому, если при опредѣленіи вліянія заключающихся въ водѣ солей на организмъ мы могли прямо установить для нихъ количественную мѣру, то совершенно иначе должны мы отнестись къ веществамъ органическимъ. Если количество ихъ и можетъ отчасти служить мѣриломъ здоровости воды [1]), то всетаки главное вниманіе должно быть обращено на ихъ качество (большее или меньшее содержаніе азота и т. д.) и на то состояніе, въ которомъ они находятся въ данное время въ водѣ, т. е. по скольку они способны переходить въ броженіе и разложеніе и по скольку данныя условія благопріятствуютъ быстрому переходу ихъ въ окончательные и безвредные продукты окисленія. Знаніе того обстоятельства, что вступленіе въ организмъ минимальнаго количества развивающихся на почвѣ гніенія веществъ производитъ различныя болѣзни, заставило допустить, что они дѣйствуютъ какъ ферменты. Отсюда еще понятнѣе, что количественная мѣра при опредѣленіи вреда органическихъ примѣсей воды имѣетъ значеніе по стольку, по скольку дается матеріалъ для образованія тѣхъ процессовъ, благодаря которымъ развиваются извѣстныя намъ только по ихъ дѣйствію вредныя вещества.

Въ виду того, что наиболѣе опасныя для человѣческаго организма вещества развиваются по преимуществу при гніеніи матеріи богатой

---

[1]) F. Fischer. Das Trinkwasser etc., стр. 9.

По Фогелю литръ мочи содержитъ 6,73 грм. хлора. Этотъ хлоръ просачивается вмѣстѣ съ проникающими экскрементами и сточными водами черезъ почву, не поглащаясь ею. Хлоръ такимъ образомъ доставляетъ крайне важное мѣрило для обсужденія степени загрязненія воды человѣческими экскрементами по вычитаніи нормальнаго содержанія, соотвѣтствующаго данной почвѣ. F. Fischer. Die chemische Technol. des Was., стр. 105.

[2]) Существуетъ незначительное количество источниковыхъ водъ, которыя не содержатъ ни одного органическаго вещества въ растворѣ. Это органическое вещество состоитъ вѣроятно по большей части изъ кренической кислоты, апокренической кислоты и гуммусовыхъ кислотъ. Lersch. Hydro-chemie, стр. 501.

[3]) Исключая конечно болѣе крупныхъ организованныхъ формъ, какъ напр. зародышей ленточной глисты, яицъ distomum hepaticum и др. см. у Эрисмана, стр. 486 и слѣд.

---

[1]) По наблюденіямъ Weaves въ Лейчестерѣ, когда въ сухую погоду загрязненная вода дѣлалась концентрированнѣе, поносы увеличивались, между тѣмъ какъ при употребленіи загрязненной воды, сравнительно разжиженной вслѣдствіе сильныхъ дождей—поносы появлялись менѣе часто. Приведено у D-r. A. Wolff, Der Untergrund und das Trinkwasser der Städte unter Berücksichtigung der Verhältnisse in Erfurt. Zweite Vermehrte Auflage. Erfurt, 1873.

азотомъ, наибольшее же содержаніе азота даютъ намъ животные организмы и ихъ отбросы,—опредѣленіе характера поступившихъ въ воду нечистотъ, происхожденіе ихъ изъ растительнаго или животнаго царства явилось также весьма важнымъ. Несомнѣнно, что главнѣйшимъ источникомъ порчи водъ служатъ нечистоты, производимыя осѣдлою жизнью каждой общины. Вѣковое накопленіе ихъ кругомъ жилищъ достигаетъ такихъ размѣровъ, что тѣ силы природы, которыя обусловливаютъ постоянное превращеніе отжившей матеріи въ окончательные продукты окисленія (совершенно безвредные для человѣка) для перевода ея въ новыя жизненныя формы, становятся недостаточными и при постоянномъ дѣйствіи на матеріалъ, который онѣ не въ состояніи вполнѣ переработать, даютъ возможность возникновенію процессовъ гніенія и броженія, сопровождающихся развитіемъ тѣхъ низшихъ жизненныхъ формъ, которыя играютъ такую важную роль въ этіологіи эпидемическихъ болѣзней. Если, при настоящихъ свѣдѣніяхъ, мы еще не можемъ открыть, какъ уже сказали, этихъ вредно дѣйствующихъ агентовъ, а судимъ о ихъ существованіи только по производимому ими дѣйствію, то понятно, какое важное значеніе мы придаемъ условіямъ, способствующимъ развитію этихъ агентовъ и, желая предотвратить возможность воспріятія ихъ нашимъ организмомъ, избѣгаемъ поступленія въ него тѣхъ веществъ, которыя могутъ быть его носителями.

Отсюда будетъ понятно, почему основанная въ 1865 году въ Англіи коммисія для изслѣдованія причинъ загрязненія рѣкъ, указанія способовъ ихъ устраненія и т. д. придаетъ такое важное значеніе опредѣленію такъ называемаго предшествующаго загрязненія водъ, идущихъ въ питье и обращаетъ особенное вниманіе на примѣсь къ нимъ человѣческихъ экскрементовъ.

Опредѣляя количество азота (путемъ сжиганія), амміака, нитритовъ и нитратовъ въ дождевой водѣ и вычитая сумму ихъ изъ суммы азота, (въ тѣхъ-же формахъ) найденнаго въ водѣ рѣки или колодца, коммисія считаетъ, что увеличеніе азота въ названныхъ источникахъ, противъ содержанія его въ дождевой водѣ, можетъ служить хорошимъ показателемъ прежде бывшаго ихъ загрязненія. [1]) Наиболѣе опасное загрязне-

[1]) Англійская дождевая вода при анализахъ показала содержаніе въ ней отъ 0,32 до 0,42 ч. связаннаго азота. Вычитая это количество изъ общаго количества азота въ водѣ, получается остатокъ въ томъ случаѣ, по мнѣнію коммисіи, если вода была загрязнена животными веществами. Если вышеназванная цифра была вычтена, то полученный остатокъ показываетъ азотъ, который произошелъ вслѣдствіе окисленія животныхъ веществъ, попавшихъ въ воду. Такъ напр. вода, въ которой анализомъ найдено было на 1.000,000 частей 3,26 ч. азота въ формѣ органическихъ веществъ, амміака, нитритовъ и нитратовъ, содержитъ 2,94 ч. азота животнаго происхожденія, такъ какъ 3,26 — 0,32 = 2,94. Эта цифра представляетъ количество связаннаго азота, который содержится на 29400 ч. лондонской канальной воды; поэтому коммисія говоритъ, что подобная вода

ніе воды по мнѣнію ея зависитъ отъ органическихъ веществъ животнаго происхожденія. Рѣки, насыщенныя подобными веществами часто содержатъ отъ десяти и свыше двадцати частей органическаго углерода и отъ $3_{,3}$ до $7_{,5}$ органическаго азота. Если органическія примѣси въ водѣ растительнаго происхожденія, то вода содержитъ обыкновенно вдвое болѣе органическаго углерода и рѣдко болѣе $3_{,3}$ органическаго азота. Изъ отбросковъ заводовъ, которые преимущественно растительнаго происхожденія, азотъ не переводится въ азотную кислоту, между тѣмъ какъ почти половина азота, содержащагося въ канальной водѣ, подвергается этому превращенію, въ чемъ коммисія также видитъ доказательство того, что нитриты и нитраты въ водахъ должны быть приписаны единственно окисленію азотныхъ животныхъ веществъ, а не растительныхъ и считаетъ, что опредѣленіе амміака, нитритовъ и нитратовъ указываетъ съ положительностью на предшествовавшее загрязненіе воды азотистыми животными веществами. Значительное содержаніе этихъ веществъ въ водѣ поэтому дѣлаетъ ее негодною къ употребленію.

Если сами по себѣ вышеназванныя соединенія азота индиферентны, то все-таки остается возможность, что въ водѣ остались остатки органическихъ веществъ и преимущественно тѣхъ организованныхъ зародышей, которые служатъ причиною извѣсныхъ зимотическихъ болѣзней и которые по всей вѣроятности сильно противустоятъ дѣйствію окислительныхъ агентовъ.

Органическія вещества въ текучихъ водахъ окисляются и уничтожаются крайне медленно [1]) и потому очень возможно, что и возбудите-

указываетъ на 1.000,000 частей 29400 прежде бывшаго загрязненія. При этомъ слѣдуетъ замѣтить, что азотистыя органическія вещества послѣ полнаго окисленія ихъ, когда слѣдовательно азотъ существуетъ въ формѣ азотной кислоты, гораздо менѣе опасны, чѣмъ вещества, находящіяся въ гніеніи. F. Fischer. Die chemische Technologie des Wassers, стр. 101.

[1]) Въ оффиціальномъ отчетѣ о водоснабженіи (въ Лондонѣ) говорится, что канальная жидкость, смѣшанная съ 20 объемами рѣчной воды, совершенно исчезаетъ по теченію рѣки чрезъ 12 миль. Коммисія, изслѣдуя этотъ вопросъ, доказала, какъ анализами пробъ, взятыхъ въ различныхъ мѣстахъ рѣки, такъ и лабораторнымъ путемъ, что принимаемое быстрое окисленіе органическихъ веществъ, загрязняющихъ рѣчную воду—не болѣе какъ сказка и что въ Англіи не найдется рѣкъ такой длины, при которой могло бы происходить полное уничтоженіе поступающихъ въ нихъ органическихъ примѣсей. Вслѣдствіе осажденія взвѣшенныхъ веществъ извѣстное очищеніе воды происходитъ, но илъ, образовавшійся подобнымъ образомъ, представляетъ большое зло въ гигіеническомъ смыслѣ. 1 и 2-й англійскіе отчеты. Deutche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege 1871 г., т. III, стр. 281.

Изслѣдованія, сдѣланныя д-мъ Езерскимъ надъ загрязненіемъ Невы, привели его къ заключенію, что „загрязненіе рѣки, производимое сточными трубами въ быстромъ и открытомъ теченіи, исчезаетъ уже на разстояніи 10 саженъ“. Наиболѣе употребительные способы оцѣнки загрязненія водъ и т. д. Диссертація. В. Езерскаго. С.-Петербургъ 1876 г., стр. 101. Это исчезновеніе мы объясняемъ не окисленіемъ попавшихъ

ли болѣзней ускользаютъ отъ дѣйствія окислительныхъ агентовъ и могутъ быть унесены рѣкою на большое разстояніе. Такъ какъ органическія составныя части канальной воды подвергаются очень быстрому разрушенію, если послѣдняя фильтруется черезъ порозную почву, то едвали нужно опасаться вхожденія болѣзненныхъ зародышей въ глубокіе колодцы, если эти послѣдніе защищены отъ воды, стекающей съ поверхности. Отсюда слѣдуетъ, что константированное химическимъ анализомъ загрязненіе рѣчной воды органическими веществами животнаго происхожденія гораздо важнѣе, чѣмъ доказательство присутствія этихъ веществъ въ колодцахъ. Опасность будетъ увеличиваться по мѣрѣ увеличенія загрязненія и тогда какъ для глубокихъ колодцевъ коммисія признаетъ находящуюся въ нихъ воду неопасною, когда въ ней на 1000000 ч. содержится не болѣе 50000 прежняго загрязненія канальною водою, (Лондонская канальная вода (sewage), принимаемая здѣсь за мѣрило, содержитъ среднимъ числомъ 100частей на 1000000 ч. связаннаго азота) или которая на1000000 ч. содержитъ не болѣе 5+n' азота въ формѣ нитратовъ, нитритовъ и амміака, гдѣ n' обозначаетъ содержаніе азота въ этихъ трехъ формахъ въ дождевой водѣ, то, что касается до рѣчной воды, то открытіе въ ней какого бы то ни было количества прежде бывшаго загрязненія должно возбудить подозрѣніе въ томъ, что эту воду нельзя безъ опасенія употреблять въ домашнемъ быту [1]). Незначительное количество прежде бывшаго загрязненія не опасно въ томъ случаѣ, если произошло въ водѣ рѣки изъ питающихъ ея глубокихъ колодцевъ и если при этомъ можно доказать, что прямо въ рѣку не попадаетъ канальная вода или животныя вещества [2]). Изъ вышеизложеннаго видно, что самыя вредныя примѣси воды обусловливаются по преимуществу продуктами жизненныхъ процессовъ,

---

въ воду вредныхъ примѣсей, а громаднымъ ихъ разжиженіемъ массой воды, которую несетъ Нева. Скорость движенія Невы у Троицкаго моста равняется 3,38 фута въ секунду, слѣдовательно, принимая глубину воды въ этомъ мѣстѣ въ 40 футовъ, а ширину въ 2400 футовъ, мы найдемъ, что въ каждую секунду здѣсь протекаетъ 86.728,473 пудовъ воды (цифры взяты у Драгендорфа, стр. 58). Для доказательства окисленія недостаточно указанія на уменьшеніе одного амміака, а нужно было бы констатировать переходъ его въ дальнѣйшія формы, т. е, въ нитриты и нитраты, чего сдѣлано не было.

[1]) Симонъ находитъ, что употребленіе воды, въ которую попадаютъ экскременты, есть экспериментъ надъ здоровьемъ населенія и предполагаетъ, что подобные эксперименты недозволительны. Deutsche Vierteljahrsschrift etc., т. III, 1871 г., стр. 307, въ примѣчаніи.

[2]) Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege, т. III, 1871 г., стр. 278 и слѣд.

Der erste und zweite Bericht der im Jahre 1868 in England eingesetzten Rivers Pollution Commission. (First report of the Commissioners appointed in 1868 to inquire into the best means of preventing the pollution of rivers. 1870. Second report etc. и тотъ же журналъ, т. IV, 1872 г., стр. 409 и т. д. Der dritte Bericht d. Rivers Pollution Commission. Third Report of the Commissioners etc. 1871 г.

происходящихъ на землѣ и наиболѣе опасную долю ихъ доставляютъ животныя и человѣкъ.

Природа дѣйствительно даетъ намъ здоровую воду въ неограниченномъ количествѣ и если сравнительно рѣдко населенные центры пользуются водой неоставляющей желать ничего лучшаго, то это конечно не всегда зависитъ отъ недостатка ея въ природѣ.

Забота о предохраненіи водъ, употребляемыхъ въ питье, отъ порчи ведетъ свое начало изъ глубокой древности. Такъ колодцы древнихъ обыкновенно покрывались деревянными крышами, сверхъ которыхъ насыпалась земля для того, чтобы лучше защитить ихъ отъ загрязненія, а у Египтянъ кромѣ того къ колодцамъ для ихъ охраны приставлялась стража. Въ Финикіи, Египтѣ и у Израильтянъ былъ законъ, по которому владѣлецъ колодца уплачивалъ за животное, попавшее въ его колодезь [1]).

Законоположенія новѣйшаго времени также обращаютъ должное вниманіе на предупрежденіе загрязненія водъ, идущихъ въ питье, но они мало примѣняются въ жизни.

На практикѣ поэтому стараются разрѣшать этотъ вопросъ иначе и наиболѣе обезпеченныя общины постепенно вводятъ у себя употребленіе не подвергающейся порчѣ природной воды, какою является источниковая вода глубокихъ ключей, берущихъ начало въ мало заселенныхъ мѣстностяхъ.

Такое водоснабженіе ввели уже у себя Эдинбургъ, Франкфуртъ на Майнѣ, Вѣна, отчасти Парижъ, Москва, Лондонъ, Висбаденъ и многіе другіе города.

Дороговизна проведенія такой воды, находящейся часто далеко отъ мѣста ея потребленія, трудность отъискать источники, дающіе ежедневное количество воды, могущее удовлетворить потребностямъ большаго населенія и легкость пользованія водою открытыхъ водовмѣстилищъ, каковы рѣки, озера и т. п., по берегамъ которыхъ въ большинствѣ случаевъ и располагается населеніе, врядъ-ли когда вытѣснятъ этотъ простѣйшій способъ пользованія водою.

Упомянутая нами порча всѣхъ открытыхъ источниковъ, въ нѣкоторыя времена года, какъ весною во время таянія снѣговъ и осенью во время дождей, достигаетъ такихъ размѣровъ, что дѣлаетъ уже на видъ воду весьма неудовлетворительной.

Для улучшенія качествъ такой воды еще въ древности пропускали её чрезъ искуственные камни, раковины шерсть и т. д. Впослѣдствіи было предлагаемо не мало способовъ для очистки загрязненной воды путемъ химическимъ и посредствомъ различно-устроенныхъ болѣе или менѣе дорогихъ домашнихъ фильтръ, недоступныхъ тому классу населе-

---

[1]) Grahn. Die Städtische Wasservers., стр. XIX.

нія, для котораго вода составляетъ единственно употребительный напитокъ.

Санитарное состояніе данной мѣстности зависитъ отъ тѣхъ общихъ условій, въ которыя поставлена масса народонаселенія, очевидно не могущая пользоваться исключительными и дорогими приспособленіями. Поэтому попеченіе о доставленіи здоровой воды не можетъ быть возложено на личную заботливость каждаго, но должно быть предметомъ мѣръ общихъ, предполагающихъ и доступные къ тому способы.

Гарантировать достаточное водоснабженіе *очищенной* водой общество конечно можетъ только въ такомъ случаѣ, если оно располагаетъ въ своей мѣстности достаточнымъ количествомъ дешеваго и удовлетворяющаго цѣли матеріала. Такимъ матеріаломъ во многихъ мѣстностяхъ принятъ уже песокъ [1]) и, по удобству и дешевизнѣ его добыванія, вѣроятно получитъ еще большее примѣненіе въ дѣлѣ очищенія воды.

Въ виду вышеизложеннаго мы задались цѣлью прослѣдить: 1) насколько фильтрація черезъ песокъ можетъ улучшать качество воды, и 2) при какихъ условіяхъ это улучшеніе можетъ быть наибольшимъ.

II.

Первое фильтровальное приспособленіе для очищенія посредствомъ песка большаго количества воды, необходимаго для городскаго водоснабженія, было устроено Simpson'омъ въ 1828 году [2]) для общества «Chelsea» въ Лондонѣ. Этотъ способъ теперь такъ развитъ, что его можно назвать самымъ важнымъ изъ всѣхъ извѣстныхъ средствъ для просвѣтленія большихъ массъ воды [3]) и въ настоящее время, какъ въ Англіи, такъ и на материкѣ Европы считается само собою понятнымъ, что приспособленія для фильтрація должны составлять необходимую часть всякаго проэкта водоснабженія изъ текущей рѣки [4]).

[1]) До настоящаго времени ни одно фильтрующее вещество не оказалось на практикѣ пригоднымъ для устройства фильтръ въ обширныхъ размѣрахъ, ни одно, за исключеніемъ песка. Правда произведены были многочисленные опыты воспользоваться съ этою цѣлью другими веществами, но до сихъ поръ они не увѣнчались сколько нибудь яснымъ успѣхомъ. Руководство по гигіенѣ и общественному здоровью, изданное А. Бёкомъ. О водѣ употребляемой въ питье и объ общественномъ водоснабженіи, проф. В. Р. Ничольса, стр. 480.

[2]) По Humber'y, Kirkwood'y и др. въ 1839 г.

[3]) F. Fischer. Die chemische Techn. des Wassers, стр. 166.

[4]) Р. Ничольсъ. Гигіена Бёка, стр. 479.

Германское общество здравохраненія на съѣздѣ своемъ въ Данцигѣ въ 1874 году постановило, что для устройства водоснабженія необходимо прежде всего принять во вниманіе подходящіе естественные или искуственные источники и не позволительно довольствоваться менѣе хорошей водой до тѣхъ поръ, пока не будетъ вполнѣ доказана невозможность проведенія источниковой воды. (Reichardt н. с., стр. 93). Собраніе того же общества въ 1876 году въ Дюссельдорфѣ снова обсуждало этотъ вопросъ и приняло, что кромѣ источниковой и почвенной воды можетъ быть употребляема и профильтрованная рѣчная вода. (Grahn und Meyer н. с., стр. 38).

Въ Англіи не жалѣютъ большихъ затратъ на развитіе въ большихъ размѣрахъ фильтраціи черезъ песокъ въ тѣхъ мѣстностяхъ, гдѣ она уже существуетъ и вводятъ постоянно въ такихъ, которыя до сихъ поръ пользовались нефильтрованною водою, не стараясь замѣнить этого способа какимъ нибудь другимъ.

Довольно значительное примѣненіе этотъ методъ нашелъ и въ Германіи.

Въ нѣкоторыхъ французскихъ городахъ, какъ напр. въ Турѣ и Марсели, также были сдѣланы подобныя приспособленія, но вслѣдствіе неправильнаго устройства фильтръ и неподходящаго выбора матеріала, оказались неудачны [1]). Въ тѣхъ же мѣстахъ Франціи, гдѣ употребляется рѣчная вода, эта послѣдняя при подходящихъ свойствахъ почвы берега очищается такъ назыв. естественной фильтраціей (Ліонъ, Тулуза, Анжеръ) или берется прямо изъ рѣки (Парижъ, Нантъ, Дюнкирхенъ) и очищается фильтрами малыхъ размѣровъ, состоящими изъ угля, песка, камня, прессованныхъ губокъ, шерсти и т. д. Причина, почему въ этой странѣ почти не примѣняется искусственная центральная фильтрація, заключается не въ томъ, что этотъ методъ по тщательномъ его изслѣдованіи оказался неподходящимъ, но потому, что всѣ приспособленія для него устраивались слишкомъ поверхностно, что и вело постоянно къ неудачамъ. Лучшимъ доказательствомъ этому служитъ тотъ фактъ, что въ 1870 году было устроено жалкое приспособленіе для фильтраціи въ Дюнкирхенѣ по старымъ шотландскимъ образцамъ, которые и въ Англіи считаются теперь совершенно непригодными [2]).

Въ началѣ 1870-хъ годовъ многіе города Американскихъ Соединенныхъ Штатовъ, какъ напр. Пучкипси и Гудсонъ въ штатѣ Нью-Іоркѣ, Колумбъ и Толедо въ штатѣ Огайо, также ввели у себя центральную фильтрацію черезъ песокъ [3]).

Въ Россіи, сколько намъ извѣстно, подобная фильтрація существуетъ въ очень ограниченномъ размѣрѣ только въ Петербургѣ для очищенія воды, снабжающей Экспедицію Заготовленія Государственныхъ Бумагъ. Фильтры устроены въ 1862 году.

Для устройства центральной фильтраціи въ большихъ размѣрахъ дѣлается сначала нѣсколько углубленій въ почвѣ различныхъ величинъ, смотря по количеству подлежащей очисткѣ воды. Форма ихъ обыкно-

[1]) Grahn und Meyer н. с., стр. 2.

[2]) Тоже, стр. 3.

[3]) Р. Ничольсъ. Гигіена Бёка, стр. 480.

венно прямоугольная, а глубина около 3—3,5 метра. Какъ стѣны, такъ и дно этихъ углубленій должны состоять изъ непропускающаго воду матеріала, какъ напр. глины. Кромѣ того онѣ обыкновенно еще обкладываются кирпичемъ и цементируются. Такимъ образомъ получаются хорошо удерживающіе воду бассейны. Общая площадь всѣхъ бассейновъ опредѣляется количествомъ очищаемой въ нихъ воды и между отдѣльными бассейнами распредѣляется такимъ образомъ, чтобы работа всѣхъ, за исключеніемъ одного или даже 2—3, какъ это мы видимъ въ фильтрахъ Берлина, могла доставлять все требуемое количество воды. Въ виду этого теперь не дѣлаютъ слишкомъ большихъ бассейновъ, а стараются распредѣлять равномѣрно фильтрующую поверхность на 5—7 и болѣе частей.

Когда устроены такимъ образомъ задерживающія воду углубленія, то на днѣ каждаго изъ нихъ или прокладываются дренажныя глиняныя трубы съ продырявленными стѣнками, или устроиваются каналы изъ камня или кирпича [1]), соединяющіеся всѣ въ одномъ общемъ, такъ наз. сборномъ каналѣ, идущемъ черезъ все дно бассейна и соединяющемъ его съ другимъ меньшимъ, такъ назыв. „колодцемъ для чистой воды".

Какъ отъ концевъ трубъ, такъ и отъ конца сборнаго канала поднимаются до поверхности земли маленькія 0,1 метра въ діаметрѣ трубы.

Слой естественныхъ валуновъ или щебня покрываетъ эти каналы и наполняетъ промежутки между ними. Камни должны быть совершенно чисты и имѣть въ діаметрѣ отъ 50 до 100 миллиметровъ. Въ Англіи валуны добываются изъ грубаго гравія или изъ осадковъ съ морскихъ береговъ и просѣиваются до надлежащей величины. Этотъ слой валуновъ долженъ имѣть толщину въ 0,61 метра, чтобы достаточно покрывать дренажныя трубы. На этотъ хорошо выровненный слой камней кладется гравій слоемъ отъ 0,45 до 0,61 метра. Гравій обыкновенно берется двухъ или трехъ сортовъ. Первый—величиною въ грѣцкій орѣхъ, второй—въ лѣсной и третій—величиною между лѣснымъ орѣхомъ и горошиной. Самый крупный гравій лежитъ на камняхъ, самый мелкій на верху. Каждый слой имѣетъ толщину 0,15 метра.

Надъ этимъ гравіемъ долженъ лежать слой мелкаго песка, толщиною не менѣе 0,762 метра. Песокъ для того, чтобы достигнуть надлежащей мелкости и равномѣрности долженъ быть просѣянъ. Нижняя часть слоя въ 0,305 метра можетъ быть нѣсколько крупнѣе, чѣмъ верхняя въ 0,457 метра, но важно чтобы каждая часть отдѣльно имѣла одинаковую мелкость и одинаковыя качества, иначе въ различныхъ мѣстахъ фильтра вода будетъ проникать съ неодинаковою быстротою [2]).

[1]) Для собиранія профильтровавшейся воды на днѣ новыхъ фильтръ общества Lambeth (въ Лондонѣ) устроены маленькіе своды изъ кирпичей съ отверстіями, шириною въ 25 миллим., на разстояніи 670 миллиметр. другъ отъ друга.

[2]) Filtration des Flusswassers zur Versorgung der Städte. Bericht an den Board

Что касается качества песка, то по Samuelson'у [1]) для фильтраціи въ большихъ размѣрахъ употребляется только такой песокъ, средняя величина песчинокъ котораго колеблется между $^1/_3$ и 1 миллим. въ діаметрѣ. Фильтровальный песокъ тѣмъ лучше, чѣмъ равномѣрнѣе его песчинки. Песчинки болѣе значительной величины попадаются въ каждомъ хорошемъ фильтровальномъ пескѣ и не вредятъ. Болѣе мелкія должны встрѣчаться только въ незначительномъ количествѣ. Ихъ по возможности нужно удалять промывкою. Если же мелкія песчинки находятся въ такомъ большомъ количествѣ, что промывка ихъ невозможна [2]) или неудобна, то такой песокъ негоденъ для фильтраціи. Подъ давленіемъ воды онъ превращается въ твердую компактную, трудно проницаемую массу, въ противоположность песку, состоящему изъ равномѣрныхъ песчинокъ, который при тѣхъ же условіяхъ сохраняетъ рыхлость. Хорошій фильтровальный песокъ имѣетъ обыкновенно неправильный видъ и грязноватый цвѣтъ (unregelmässiges, unsauberes Aussehen); онъ отъ $^3/_4$ до $^7/_8$ состоитъ изъ песчинокъ надлежащей величины между тѣмъ какъ $^1/_8$—$^1/_4$ его состоитъ изъ болѣе грубыхъ песчинокъ различной величины, различнаго вида и окраски; мелкія же песчинки находятся въ немъ только въ самомъ незначительномъ количествѣ. Песокъ имѣющій чистый и правильный видъ (welcher ein sauberes und gleichmässiges Aussehen hat) содержитъ приблизительно на половину годныхъ, на половину болѣе мелкихъ песчинокъ различныхъ величинъ, грубыя же песчинки совершенно отсутствуютъ въ немъ. Обиліе мелкихъ песчинокъ и дѣлаетъ его абсолютно негоднымъ для фильтраціи. Песокъ содержащій глину вовсе не годится. Каждый фильтровальный песокъ, какъ бы онъ ни былъ чистъ, долженъ быть предварительно подвергнутъ промывкѣ.

По Fischer'у [3]) самая выгодная величина отдѣльныхъ песчинокъ отъ 0,5 до 1 миллм. По Humber'у [4]) чѣмъ мельче песокъ, тѣмъ лучше достигается цѣль процѣживанья, но тѣмъ скорѣе портится песокъ и тѣмъ труднѣе его прочищать [5]). Для извлеченія изъ воды болѣе крупныхъ

of Water Commissioners der Stadt St. Louis von James P. Kirkwood. aus dem Englischen mit Nachschrift von Arnold Samuelson. Hambourg. 1876, стр. 9.

[1]) Kirkwood н. с., стр. 161.

[2]) Невозможность промывки обусловливается большимъ количествомъ мелкихъ песчинокъ.

[3]) F. Fischer. Die chem. Techn. d. W., стр. 188.

[4]) Humber н. с., стр. 142.

[5]) Samuelson (Kirkwood н. с., стр. 165) говоритъ, что чѣмъ мельче песокъ, тѣмъ значительнѣе производительность фильтра. Она вѣроятно возрастаетъ пропорціонально общей поверхности песчинокъ, но вмѣстѣ съ тѣмъ быстро возрастаютъ и издержки по производству и затрудненія въ производствѣ. Послѣднія при возрастающей мелкости песка дѣлаются такъ значительны, что фильтрація становится практически невозможной. По его наблюденіямъ этотъ предѣлъ наступаетъ уже при средней величинѣ

нечистотъ онъ считаетъ важною не столько мелкость песка, сколько угловатость отдѣльныхъ песчинокъ, что значительно увеличиваетъ фильтрующую поверхность.

Толщина всѣхъ слоевъ обыкновенно бываетъ отъ 1,524 до 1,829 метровъ.

Въ послѣднее время въ Англіи Muir'омъ предложена новая система для дренажированья фильтръ. Система эта, по мнѣнію Humber'a [1]) лучшая изъ всѣхъ до сихъ поръ предложенныхъ, состоитъ изъ двухъ лежащихъ одинъ надъ другимъ слоевъ кирпичей сухой кладки. Въ нижнемъ слоѣ кирпичи расположены рядами, состоящими изъ кирпичей, положенныхъ плашмя конецъ къ концу и съ пространствомъ въ $^1/_2$ кирпича между каждымъ рядомъ. Эти пустыя пространства и служатъ дренажами для проведенія воды въ центральный сборный каналъ. Верхній слой состоитъ изъ рядовъ кирпичей, соприкасающихся между собою такъ, что ими вполнѣ прикрываются оставленныя въ нижнемъ ряду пространства. Надъ этимъ поломъ изъ кирпичей лежитъ очень тонкій слой мелкаго гравія, который достаточенъ, чтобы поддержать все ложе изъ песка. Такимъ образомъ глубина бассейновъ сокращается на сумму высотъ всѣхъ слоевъ, употребляемыхъ въ другихъ фильтрахъ для поддержки собственно фильтрующаго матеріала, что значительно упрощаетъ и удешевляетъ самое устройство фильтръ.

Очищающимъ воду слоемъ служитъ главнымъ образомъ песокъ. Различная же степень мелкости фильтровальныхъ веществъ и различная толщина ихъ слоевъ съ одной стороны должны предотвращать попаданіе мелкаго песка въ дренирующіе стоки, съ другой—способствовать тому, чтобы подъ фильтровальною поверхностью находилось достаточное количество чистой воды, которое, заполняя многочисленныя отверстія и щели сборныхъ трубъ, могло бы препятствовать образованію водныхъ жилокъ съ замѣтно различною скоростью теченія.

По Kirkwood'y [2]) при разстояніи между дренирующими трубами и поверхностью песка значительно меньшемъ 1,524 метра вода съ большею быстротою стремилась бы протекать черезъ фильтровальный матеріалъ, находящійся непосредственно надъ трубами и это неравномѣрное прохожденіе жидкости въ различныхъ частяхъ фильтра влекло бы за собою стеканіе воды къ одному пункту (ein Zusammenströmen an einem Punkte).

Въ способѣ Muir'a по Fischer'y [3]) обиліе заложенныхъ по всему

песчинокъ отъ $^1/_3$ до $^1/_2$ миллим. въ діаметрѣ. Фильтръ, состоящій изъ еще болѣе мелкаго песка, пришлось бы очищать каждый день или еще чаще, что было бы сопряжено съ большими издержками и практически не выполнимо.

[1]) Humber и. с., стр. 144.

[2]) Kirkwood и. с., стр. 10.

[3]) F. Fischer. Die chem. Techn. des Wassers, стр. 173.

дну маленькихъ дренирующихъ каналовъ, парализируетъ этотъ существенный недостатокъ. «Едва-ли, говоритъ онъ, можно опасаться, чтобы вода при подобномъ устройствѣ протекала въ видѣ жилокъ или уносила съ собою мелкій песокъ, какъ это случается въ фильтрахъ съ глиняными трубами, находящимися въ разстояніи 4 — 6 метровъ другъ отъ друга. По системѣ Muir'a общество New River (въ Лондонѣ) устроило уже два новыхъ фильтра.

Если практика покажетъ, что исключеніе всего поддерживающаго песокъ слоя, при устроенныхъ по системѣ Muir'a дренажахъ, устранитъ попаданіе песка въ стоки съ чистой водой и не нарушитъ равномѣрнаго прохожденія воды черезъ фильтръ, какъ это достигалась значительной толщиной слоевъ, то несомнѣнная экономическая выгода такого устройства не только сдѣлаетъ фильтровальныя приспособленія при водоснабженіи рѣчною водою доступными и для такихъ мѣстностей, которыя до сихъ поръ не въ силахъ были производить для этой цѣли большихъ затратъ, но главное дастъ возможность, исключеніемъ значительныхъ слоевъ мало дѣйствующаго матеріала, увеличить толщину песочнаго слоя, что, какъ мы увидимъ ниже, окажетъ значительное вліяніе на лучшую очистку воды.

Когда фильтрующій бассейнъ съ заложенными въ немъ дренажами наполненъ фильтровальнымъ матеріаломъ, то онъ сверху наполняется водою.

Главное условіе при наполненіи фильтра водою состоитъ въ томъ, чтобы потокомъ воды не было нарушено систематичное распредѣленіе матеріала, чтобы песокъ нигдѣ не былъ взрытъ имъ и чтобы вода медленно и равномѣрно распредѣлялась надъ всею поверхностью фильтра. Все это достигается въ большинствѣ фильтръ такимъ образомъ, что вода спускается въ открытый жолобъ, проходящій по всей длинѣ фильтра и съ одной стороны сообщающійся съ трубой, приводящей рѣчную воду, а съ другой—упирающійся въ стѣну бассейна. Жолобъ этотъ устроивается обыкновенно надъ сборнымъ каналомъ для чистой воды, отдѣляясь отъ него водоупорной стѣной, составляющей одновременно верхнюю стѣнку сборнаго канала и дно жолоба. Края стѣнокъ жолоба находятся на одномъ уровнѣ съ поверхностью песка и весь жолобъ дѣлается также изъ водоупорнаго матеріала.

Вода, изливаясь съ одной стороны въ жолобъ, постепенно наполняетъ его и, притекая далѣе, равномѣрно выступаетъ за его края въ обѣ стороны и, разливаясь надъ пескомъ, наполняетъ фильтръ. Въ нѣкоторыхъ фильтрахъ вода притекаетъ на фильтръ въ одной точкѣ изъ трубы, заложенной въ днѣ фильтра и выходящей въ центрѣ фильтра черезъ фильтрующіе слои. Около трубы, изъ которой вода выступаетъ на фильтръ, устроивается небольшой каменный бассейнъ, края котораго, какъ и при устройствѣ въ видѣ жолоба, находятся на одномъ уровнѣ

съ пескомъ. Сначала наполняется бассейнъ и вода, потерявъ значительную часть силы, съ которой она посредствомъ давленія выступала изъ трубы,— черезъ края бассейна уже равномѣрно распредѣляется надъ пескомъ, не размывая его. Нѣсколько иначе устроено наполненіе фильтръ общества «East London.» У подножія откосовъ, окружающихъ фильтръ и выложенныхъ кирпичемъ, находится три трубки, по которымъ проходитъ притекающая на фильтръ вода. Каждая трубка изливаетъ воду въ маленькія полукруглыя вмѣстилища, края стѣнокъ которыхъ находятся на одномъ уровнѣ съ поверхностью песка. При новомъ наполненіи фильтра вода медленно переходитъ черезъ края вмѣстилища на песокъ, не взрывая его. [1])

Когда надъ фильтрующей поверхностью скопляется вода, то она проникаетъ въ поры фильтровальнаго матеріала, заполняетъ всѣ промежутки и пустыя пространства, образующія цѣлую массу извилистыхъ трубочекъ и многочисленными водными нитями достигаетъ до дренажныхъ путей, а черезъ нихъ—до общаго сборнаго канала, который и проводитъ ее въ „колодезь для чистой воды.“ Вытѣсняемый при этомъ изъ поръ и каналовъ воздухъ отводится на поверхность помощью идущихъ отъ дренажей и сборнаго канала трубокъ, о которыхъ сказано было выше.

Скорость, съ которой будетъ проходить вода по этой сѣти капиллярныхъ каналовъ, а слѣдовательно и количество профильтровывающейся въ данное время черезъ извѣстную площадь воды будутъ зависѣть отъ тѣхъ препятствій, которыя вода встрѣтитъ въ порахъ фильтрующаго матеріала и отъ давленія (напора), которое будетъ оказывать столбъ воды на каждую нижележащую частицу. Первое условіе находится въ зависимости отъ характера поръ, проходимаго водою матеріала, слѣдовательно большей или меньшей крупности составляющихъ его частицъ, формы ихъ и т. д. и толщины каждаго слоя въ отдѣльности. Второе — будетъ обусловливаться высотою водянаго столба надъ поверхностью фильтрующаго матеріала, иначе сказать—напора воды. Для даннаго слѣдов. матеріала, при одинаковомъ напорѣ и толщинѣ слоя, скорость эта должна быть величиною постоянною, а количество профильтровывающейся воды черезъ равныя площади тоже одинаковымъ. Съ измѣненіемъ природы матеріала, при прочихъ равныхъ условіяхъ, количество это должно мѣняться только сообразно вновь введенному дѣятелю.

Количество профильтровывающейся воды, по опытамъ произведеннымъ Дарси, [2]) измѣняется въ прямомъ отношеніи къ давленію воды сверху и снизу фильтра и въ обратномъ отношеніи къ толщинѣ песочнаго слоя, такъ что отношеніе это можно выразить формулой:

[1]) F. Fischer. Die chem. Techn. des Wassers. стр. 173.
[2]) Приведено въ гигіенѣ Эрисмана, стр. 500.

$$M = k.\frac{p}{d}.\ Q$$

гдѣ M представляетъ количество воды, фильтрующейся въ 24 часа, p—давленіе воды на фильтръ, d—толщину песочнаго слоя, Q—фильтрующую поверхность, k—постоянный множитель, зависящій отъ природы матеріала фильтра. Эта теоретическая формула неоправдывается вовсе на практикѣ при фильтраціи воды вслѣдствіе того, что величины k и Q, считаемыя за постоянныя, по мѣрѣ очищенія проходящей черезъ фильтръ воды—мѣняются. Измѣнчивость эта зависитъ отъ отложенія на поверхности и въ порахъ фильтрующаго матеріала части загрязняющихъ воду веществъ и будетъ слѣдовательно обусловливаться не только количествомъ такихъ веществъ въ очищаемой водѣ, но и характеромъ ихъ и отношеніемъ къ матеріалу фильтра.

По мѣрѣ фильтраціи и загрязненія фильтрующихъ слоевъ, вслѣдствіе задерживанья ими въ своихъ порахъ веществъ, отъ которыхъ освобождается проходящая вода, будетъ увеличиваться препятствіе для вновь проходящей жидкости и вмѣстѣ съ тѣмъ уменьшаться скорость ея теченія черезъ фильтръ. Кромѣ двухъ первыхъ условій такимъ образомъ является еще третье: большая или меньшая чистота слоевъ фильтрующаго матеріала, зависящая, какъ мы уже сказали, отъ количества и качества протекающей черезъ него воды.

Мы видѣли выше, что расположеніе слоевъ фильтрующаго матеріала бываетъ такое, что самый верхній слой его представляется и самымъ мелкимъ; въ поры матеріала поэтому могутъ проникать только частицы по объему меньшія величины поръ, главная же масса всѣхъ взвѣшенныхъ нечистотъ воды должна задерживаться на поверхности. Собирающіяся такимъ образомъ на поверхности песка частицы распредѣляются по немъ тонкимъ, неравномѣрнымъ, постоянно увеличивающимся слоемъ и, отлагаясь между отдѣльными песчинками, постепенно закупориваютъ свободныя промежутки между ними и тѣмъ составляютъ значительное препятствіе для просачиванья воды. Когда накопленіе этихъ веществъ на поверхности сдѣлается настолько большимъ, что составитъ серьезное препятствіе для прохожденія воды и количество послѣдней такимъ образомъ сдѣлается очень малымъ,—то для возстановленія дѣйствія фильтра онъ долженъ быть подвергнутъ очисткѣ, причемъ съ него соскабливается самый верхній слой песка, приблизительно въ 1 — 1,5 сентиметра, съ отложившимися на немъ нечистотами. Послѣ удаленія главнаго препятствія для прохожденія воды фильтрація снова идетъ успѣшно, причемъ находившійся подъ снятымъ слоемъ песокъ исполняетъ теперь работу снятаго. Когда происшедшая отъ періодическихъ очистокъ убыль верхняго слоя песка достигаетъ приблизительно до половины всего песочнаго слоя, то она пополняется свѣжимъ пескомъ до прежней величины, что

дѣлается обыкновенно 1—2 раза въ годъ. Снятый при очисткѣ фильтра песокъ, богатый органическими веществами, оставляютъ нѣсколько дней на воздухѣ, чтобы дать время истлѣть органическимъ веществамъ; потомъ онъ промывается водою и можетъ снова идти въ дѣло. При промывкѣ такой песокъ теряетъ около 8%. При съемкахъ за годъ обыкновенно убываетъ по Kirkwood'у [1]) отъ 0,2 до 0,3 метра, а по Fischer'у [2]) даже до 0,6 метра.

Само собою понятно, что на продолжительность работы фильтра до его очистки имѣетъ самое большое вліяніе свойство рѣчной воды, ея большая или меньшая мутность. Вода Шпрее въ Берлинѣ и Эльбы въ Альтонѣ чище зимою, чѣмъ лѣтомъ, поэтому и фильтры въ зимніе мѣсяцы работаютъ болѣе продолжительное время безъ очистки, чѣмъ въ остальное время. [3]) Такъ по Grahn'у [4]) въ Берлинѣ лѣтомъ фильтры очищаются среднимъ числомъ 4, а зимою 1 разъ въ мѣсяцъ. По Kirkwood'у [5]) въ Англіи въ самое дурное время фильтры рѣдко очищаются болѣе одного раза въ недѣлю.

Если очистка не производится вовремя, то можетъ случиться, что песокъ сляжется (der Sand sich dicht zusammen setzt). Въ такомъ случаѣ вся тяжесть воды давитъ на песокъ, чего въ нормальномъ состояніи фильтра не бываетъ [6]). Если въ это время для полученія необходимаго количества воды, которое вслѣдствіе труднаго прохожденія черезъ фильтръ значительно уменьшается и не можетъ удовлетворять спроса на нее, увеличить давленіе водянаго столба, то количество фильтрующейся жидкости несомнѣнно увеличится, но это можетъ повлечь за собою серьезную опасность. Верхній слой песка, вслѣдствіе загрязненія сдѣлавшійся компактнымъ и не пропускающимъ воду, долженъ выдерживать давленіе стоящаго надъ нимъ водянаго столба. Такъ какъ отложеніе нечистотъ на поверхности фильтра совершается неравномѣрно, то и непроницаемая поверхность неравномѣрной толщины и слѣдовательно оказываетъ весьма различное сопротивленіе существующему надъ всѣмъ слоемъ одинаковому давленію. Очевидно, что гдѣ это сопротивленіе вслѣдствіе большей тонкости водоупорнаго слоя меньше, существуетъ опасность, что вода преодолѣетъ его и, прорвавъ верхній загрязненный слой въ томъ мѣстѣ, гдѣ онъ тоньше, по искуственно проложенному пути потечетъ въ дренажи, увлекая съ собою значительную часть нечистотъ. Кромѣ того, что полученная такимъ образомъ вода будетъ собираться

[1]) Н. с., стр. 11.
[2]) Die chem. Techn. des Wassers, стр. 170.
[3]) Kirkwood. н. с., стр 10.
[4]) Die Städtische Wasserversorgung I Band. Statistik, стр. 31.
[5]) н. с. стр. 11.
[6]) Kirkwood. н. с. стр. 11.

въ колодцѣ неочищенной, часть болѣе крупныхъ нечистотъ, отлагаясь въ нижнихъ слояхъ фильтра, будетъ загрязнять ихъ. Предотвратить эту опасность можно только своевременнымъ очищеніемъ верхнихъ слоевъ фильтра и наблюденіемъ, чтобы давленіе водянаго столба не превышало извѣстнаго максимума. Когда при этомъ максимумѣ количество профильтровывающейся воды становится слишкомъ малымъ, необходимо прекращать дѣйствіе фильтра и подвергать его очисткѣ.

Мы уже упоминали выше, что пока песокъ чистъ, то при томъ же давленіи скорость теченія значительно больше, чѣмъ по мѣрѣ его загрязненія. Слѣдовательно при одномъ давленіи максимальная скорость теченія получается тотчасъ послѣ очистки фильтра и затѣмъ все падаетъ до наступленія момента, когда количество профильтровывающейся воды уже не удовлетворяетъ потребности и фильтръ подвергается очисткѣ. Изъ дальнѣйшаго описанія дѣйствія фильтра будетъ ясно, почему въ настоящее время принято, что количество профильтровывающейся воды должно колебаться въ возможно меньшихъ границахъ во всѣ періоды фильтраціи, т. е. тотчасъ послѣ очистки и до потребности въ новой; а такъ какъ мы видѣли, что количество это зависитъ отъ трехъ условій, изъ которыхъ первое, т. е. толщина и качество слоевъ, остается постояннымъ, третье, т. е. загрязненіе, величина крайне измѣнчивая, на которую мы вліять не можемъ, то для регулированья постоянства, о которомъ мы говоримъ, у насъ остается второе условіе, т. е. высота давленія, которое мы и можемъ измѣнять по своему произволу.

Kirkwood, посѣтившій въ 1866 году, по порученію города Сенъ-Люи, Европу для ознакомленія съ существующими въ ней методами просвѣтленія и фильтраціи рѣчной воды въ большихъ размѣрахъ тамъ, гдѣ послѣдняя употребляется для домашнихъ цѣлей при снабженіи городовъ,—тогда же обратилъ вниманіе на отсутствіе въ англійскихъ фильтрахъ подобныхъ приспособленій. Профильтровавшаяся вода, поступая изъ сборнаго канала въ колодезь, обыкновенно отводилась изъ него въ общій резервуаръ трубою, отходящею у самаго дна колодца. Kirkwood [1]) предложилъ вытечное отверстіе изъ колодца сдѣлать подвижнымъ снизу вверхъ и давать такимъ образомъ вытекать водѣ изъ колодца на различныхъ высотахъ. Для этого дѣлается желѣзная задвижка, двигающаяся въ вертикальномъ направленіи. Опуская и поднимая эту задвижку, можно давать вытекать водѣ съ опредѣленной высоты и тѣмъ обусловливать большее или меньшее накопленіе ея въ колодцѣ. Поддерживая постоянно уровень воды въ фильтрующемъ бассейнѣ на опредѣленной высотѣ и давая вытекать профильтровавшейся водѣ изъ колодца на меньшей высотѣ противъ высоты ея въ бассейнѣ, мы получимъ такимъ образомъ два сообщающихся водовмѣстилища съ искусственно под-

[1]) Назв. сочин. стр. 13.

держиваемыми въ нихъ столбами воды различной высоты. Если бы между этими двумя столбами воды не было введено препятствія въ видѣ заложеннаго нами фильтрующаго матеріала, то стремленіе столбовъ воды придти къ одному уровню обусловливало бы скорость течения жидкости изъ одного водовмѣстилища въ другое соотвѣтственно давленію, производимому вышележащимъ столбомъ жидкости на нижележащіе слои и сила этого давленія измѣрялась бы данною разностью въ уровняхъ обоихъ столбовъ воды. Теперь же этой силѣ нужно преодолѣть извѣстное препятствіе въ формѣ фильтрующаго матеріала и скорость теченія будетъ обусловлена также величиною введеннаго препятствія. Если предположить, что препятствіе для тока воды будетъ постояннымъ, то скорость передвиженія воды будетъ обусловливаться для даннаго фильтра только высотою давленія,—величина котораго опредѣляется вышеупомянутою разностью высотъ столбовъ воды. Такъ какъ вводимымъ Kirkwood'омъ приспособленіемъ мы можемъ постоянно измѣнять высоту воды въ колодцѣ, а съ тѣмъ вмѣстѣ и увеличивать или уменьшать разность высотъ обоихъ столбовъ, то мы и имѣемъ здѣсь весьма удобный регуляторъ, какъ для давленія, оказываемаго водою на фильтръ, такъ и для скорости прохожденія черезъ него воды.

По Kirkwood'у [1]) это приспособленіе даетъ возможность во всякое время измѣрять давленіе, подъ которымъ фильтруется вода и количество протекающей черезъ фильтръ воды, такъ какъ задвижка дѣйствуетъ какъ запруда. Смотритель надъ фильтромъ, не прибѣгая къ оцѣнкѣ, узнаетъ, когда производительность фильтра сдѣлается настолько незначительной, что необходимо подвергнуть его чисткѣ. Далѣе онъ въ состояніи будетъ, по мѣрѣ засариванія поверхности песка, узнавать высоту давленія, при которой фильтрація еще можетъ давать достаточное количество воды и опредѣлить предѣлъ, выше котораго увеличеніе давленія можетъ вести къ опасности. Задвижка эта кромѣ того даетъ возможность точно регулировать количество воды, протекающей въ часъ, наблюдая, чтобы оно не сдѣлалось слишкомъ большимъ и чтобы вода не проходила не вполнѣ очищенной. Кромѣ того смотритель можетъ самымъ вѣрнымъ образомъ узнать дѣйствительное количество протекающей воды и если этой послѣдней будетъ протекать все меньше и меньше, не смотря на увеличивающееся давленіе вслѣдствіе опусканія задвижки, онъ въ состояніи будетъ опредѣлить самое незначительное количество протекающей воды, при которомъ еще возможно продолжать работу и то, когда нужно остановить ее и подвергнуть фильтръ очисткѣ. Samuelson [2]) находитъ приспособленіе Kirkwood'а неудобнымъ для открытыхъ фильтръ во время

[1]) Н. с. стр. 14.
[2]) Kirkwood, н. с. стр. 164.

морозовъ и говоритъ, что лучше было бы примѣнять измѣрители скорости самой простой конструкціи и помощью ихъ наблюдать и регулировать прохожденіе воды въ глубоко лежащихъ каналахъ, защищенныхъ отъ холода.

Устроивъ въ фильтрѣ такое или иное приспособленіе, дающее намъ возможность измѣрять и регулировать скорость теченія, мы должны опредѣлить ту среднюю скорость, которая при данномъ фильтровальномъ матеріалѣ (пескѣ) и данной водѣ наиболѣе выгодна, а потомъ тѣ максимумъ и минимумъ, которые не должны быть переступаемы и которые регулируются высотою давленія, а также максимумъ, за который не должна переступать величина давленія.

Здѣсь мы должны сдѣлать маленькое отступленіе и коснуться сначала вопроса о дѣйствіи фильтра, по скольку онъ вліяетъ на взвѣшенныя въ водѣ частицы. Первая и главная цѣль фильтраціи воды была несомнѣнно та, чтобы изъ мутной и грязной воды добыть этимъ путемъ прозрачную и чистую, т. е., иначе сказать, извлечь изъ нея всѣ тѣ мелкія вещества, которыя, плавая въ ней, обусловливаютъ эту мутность.

Песочный фильтръ, какъ и всякое другое пористое тѣло, очевидно при протеканіи черезъ него воды прежде всего не пропуститъ черезъ себя тѣхъ частицъ, величина которыхъ больше поръ фильтра. Самыя крупныя частицы задержатся такимъ образомъ на поверхности фильтра. Постоянное накопленіе ихъ по мѣрѣ прохожденія черезъ фильтръ все новыхъ и новыхъ количествъ воды и образуетъ то препятствіе для прохожденія воды, устраненіе котораго достигается періодическими очистками фильтра, о которыхъ мы уже говорили выше. Но этимъ однимъ не ограничивается вліяніе фильтра на взвѣшенныя въ проходящей черезъ него водѣ вещества. Если поставить мутную воду въ стеклянный сосудъ, то взвѣшенныя въ ней вещества осядутъ не только на дно, но и на всѣ боковыя поверхности сосуда. Дѣйствіе подобное этому происходитъ несомнѣнно на поверхности песочнаго фильтра. Не только верхнія поверхности песчинокъ служатъ областью для осажденія, но и боковыя и даже безъ сомнѣнія болѣе или менѣе и нижнія притягиваютъ или задерживаютъ частички помощью силы прилипанія.

Нужно помнить, что общая сумма плоскостей частичекъ песка, которыя могутъ дѣйствовать въ этомъ смыслѣ, очень велика. По Humber'у [1]) въ кубическомъ дюймѣ песка, который, положимъ, состоитъ изъ маленькихъ кружковъ, имѣющихъ $^1/_{20}$ дюйма въ діаметрѣ, вся область поверхностей будетъ больше чѣмъ 60 квадр. дюймовъ и слѣдовательно границы поверхностей кубическаго ярда могутъ доходить до 2262 ярдовъ. Если 0,01 этихъ частицъ можетъ служить въ пользу, то мы получимъ

[1]) Humber, н. с. стр. 138.

20 ярдовъ притягательной поверхности для каждаго ярда фильтровальнаго слоя въ 3 фута глубины. Дѣйствіе силы прилипанія не очень сильно, но за то обширно. Что процессъ осажденія и прилипанія играетъ здѣсь немаловажную роль, видно уже изъ того, что онъ наблюдается даже въ тѣхъ случаяхъ, когда матеріалъ фильтра бываетъ очень грубый. Если мы станемъ пропускать илистую воду медленно черезъ слой валуновъ или щебня, то она просвѣтлѣетъ гораздо быстрѣе, чѣмъ если дать ей отстаиваться въ свободномъ, ничѣмъ не наполненномъ бассейнѣ [1]).

По Samuelson'у [2]) процессъ при правильной, хорошей фильтраціи черезъ песокъ происходитъ слѣдующимъ образомъ: мутная вода проходитъ съ такою незначительною скоростью черезъ песокъ, что каждая мелкая взвѣшенная частица, вращаясь вокругъ песчинокъ, пристаетъ наконецъ къ какой нибудь изъ нихъ. Такимъ образомъ пескомъ могутъ быть выдѣлены крайне мелкія твердыя тѣла изъ воды—тѣла, которыя значительно меньше промежутковъ между отдѣльными песчинками и видимы только при большомъ увеличеніи. Чѣмъ мельче и многочисленнѣе взвѣшенныя частицы, тѣмъ большую поверхность должны представлять песчинки, тѣмъ мельче долженъ быть песокъ и тѣмъ медленнѣе должна быть фильтрація, но при томъ такъ, чтобы одно вознаграждалось другимъ. Если песокъ слишкомъ грубъ, то къ тому же результату можно придти при болѣе медленной фильтраціи, какъ при болѣе мелкомъ и болѣе скорой фильтраціи. Смѣло можно утверждать, что посредствомъ фильтраціи черезъ песокъ выдѣляются самыя мелкія взвѣшенныя частички; такъ напр. очень мелко истолченныя нерастворимыя красящія вещества выдѣляются изъ воды, если песокъ довольно мелокъ, и съ песчинками равной величины, если слой довольно толстъ, а скорость фильтраціи довольно медленна. Мелкія взвѣшенныя частицы, которыя производятъ муть въ водѣ (напр. въ Эльбѣ), значительно меньше промежутковъ между песчинками, по крайней мѣрѣ въ 10—20 разъ меньше; не смотря на то вполнѣ доказано, что эти частицы задерживаются пескомъ при надлежащей скорости фильтраціи. Далѣе извѣстно, что эти частицы не задерживаются, а просто проходятъ черезъ песокъ, когда скорость фильтраціи переходитъ за извѣстную границу [3]).

Изъ сказаннаго само собою вытекаетъ, какую роль въ фильтраціи играетъ кромѣ уже перечисленныхъ условій (толщины и мелкости фильтрующаго слоя и скорости теченія) сама фильтруемая вода. Такъ, если

[1]) Р. Ничольсъ. Гигіена Бёка стр. 487.

[2]) Kirkwood. н. с. стр. 162.

[3]) Приводимые здѣсь и въ другихъ мѣстахъ этой работы взгляды Samuelson'а на фильтрацію выведены имъ изъ двухъ годичныхъ опытовъ надъ пробнымъ фильтромъ величиною въ 3 квадр. метра. Расположеніе слоевъ въ пробномъ фильтрѣ было одинаково съ употребляемымъ въ фильтрахъ большихъ размѣровъ.

очищаемая нами вода должна быть освобождена только отъ болѣе или менѣе крупныхъ нечистотъ, какъ это практикуется напр. въ Остероде на Гарцѣ, въ Ганноверѣ [1]), то при довольно грубомъ фильтровальномъ матеріалѣ и довольно большой скорости теченія мы уже достигаемъ цѣли. Если же вода богата очень мелкими взвѣшенными веществами, то и при достаточно мелкомъ фильтровальномъ матеріалѣ и мелленномъ протеканіи черезъ него воды придется еще позаботиться о достаточной толщинѣ песочнаго слоя, чтобы мелкія частицы, не приставшія къ песчинкамъ верхнихъ слоевъ, могли задержаться въ болѣе глубокихъ. Скорость теченія жидкости черезъ фильтръ для полной ея очистки слѣдовательно при данномъ фильтрѣ будетъ всецѣло зависѣть отъ природы фильтрующейся воды и если не всегда можно найти въ данной мѣстности подходящій песокъ, то регулированіемъ скорости теченія и соотвѣтственнымъ увеличеніемъ толщины песочнаго слоя мы можемъ достичь въ большинствѣ случаевъ желаемаго нами успѣха. Вотъ почему Samuelson, разбирая этотъ вопросъ, говоритъ [2]), что различныя воды относятся различно къ фильтраціи и что каждая вода требуетъ извѣстной степени мелкости фильтровальнаго песка, который при фильтраціи давалъ бы самые лучшіе результаты, т. е. тѣ условія, при которыхъ работа дешевле всего, и что эта мелкость или крупность должны строго согласоваться со скоростью теченія и характеромъ очищаемой воды. Понятно, что слишкомъ грубый фильтровальный матеріалъ можетъ потребовать для успѣшной очистки проходящей черезъ него воды такой незначительной скорости теченія, что количество очищаемой такимъ путемъ воды не будетъ соотвѣтствовать затратамъ на постройку очистительныхъ сооруженій, а иногда, при большемъ несоотвѣтствіи между мелкостью частицъ, обусловливающихъ муть воды, и размѣрами поръ фильтра и вовсе не дастъ возможности достигнуть желаемыхъ результатовъ, даже и при минимальной скорости теченія.

По Samuelson'у [3]) фильтровальная способность въ Альтонѣ среднимъ числомъ равна 1,5 куб. метра въ сутки на квадр. метръ, но эта величина на основаніи его опытовъ могла бы быть увеличена на 1,7 до 1,8 куб. метра, если бы можно было примѣнить тамъ болѣе подходящій, т. е. болѣе мелкій и равномѣрный песокъ. Скорость фильтраціи воды Эльбы равна 1,7 до 1,8 метр. въ сутки.

По Kirkwood'у [4]) между англійскими инженерами существуетъ незначительное разногласіе въ опредѣленіи средней скорости фильтраціи, хотя предлагаемая ими скорость въ нѣкоторыхъ мѣстахъ была превы-

[1]) Grahn. н. с. стр. 233.

[2]) Kirkwood н. с. стр. 166 и 168.

[3]) Kirkwood н. с. стр. 168.

[4]) Н. с. стр. 11 и 12.

шаема, потому что спросъ на воду значительно повысился противъ ожиданія. Mr. Charles Greaves, инженеръ «East London» Water Works, принимаетъ за среднюю мѣру $^1/_2$ галлона въ минуту на каждый квадратный ярдъ поверхности песка. Это составляетъ $3^1/_2$ галлона въ часъ на квадратный футъ. Mr. James Simpson, инженеръ «Lambeth и Chelsea» Water Works, о которомъ можно сказать, что онъ творецъ употребляемаго нынѣ въ Англіи фильтровальнаго метода, считаетъ, что фильтровальная поверхность должна быть разсчитана такъ, чтобы черезъ нее фильтровалось 72 галлона въ сутки черезъ каждый квадратный футъ поверхности, что отвѣчало бы 3 галлонамъ въ часъ на квадратный футъ поверхности. Mr. Henry Gill, инженеръ берлинскихъ водныхъ сооруженій, стоялъ за то, чтобы величина эта не превышала 1 куб. фута въ часъ на квадр. футъ ($3^1/_8$ галл.). Mr. Thomas Duncan, инженеръ ливерпульскихъ водныхъ сооруженій, высказывается за фильтрацію отъ $^1/_2$ до $^1/_3$ куб. фута въ часъ на квадр. футъ. Mr. Kirkwood считаетъ $^1/_2$ куб. фута въ часъ мѣрою, при которой можно получить хорошіе результаты. Переводя это въ кубич. метры на квадр. метръ поверхности, получимъ:

	Количество профильтровывающейся воды черезъ квадратн. метръ поверхности песка въ кубич. метрахъ должно быть:	
	въ часъ	въ сутки.
По Mr. Charles Greaves	0,162	3,888
„ „ James Simpson	0,146	3,504
„ „ Henry Gill	0,152	3,648
„ „ Thomas Duncan	0,152	3,648
„ „ James P. Kirkwood	0,152	3,648

Всѣ эти цифры на основаніи сказаннаго нами выше не могутъ быть примѣнены ко всякой мѣстности и имѣютъ только относительное значеніе. Въ приводимыхъ нами ниже таблицахъ видно будетъ, какая скорость теченія и при какой толщинѣ фильтрующаго слоя принята теперь въ фильтрахъ Лондона и различныхъ мѣстностей материка Европы [1]).

Установивъ путемъ опыта для даннаго фильтра и воды скорость теченія послѣдней черезъ фильтръ, при которой получается максимумъ очистки, мы должны далѣе установить тѣ предѣлы, въ которыхъ можетъ колебаться эта скорость.

Мы говорили уже прежде, что вслѣдствіе загрязненія песочнаго слоя скорость теченія при неизмѣнномъ давленіи будетъ постоянно

[1]) Къ сожалѣнію, мы не могли достать цифровыхъ данныхъ, опредѣляющихъ въ каждомъ данномъ случаѣ характеръ употребляемаго песка, т. е. процентное содержаніе въ немъ песчинокъ различныхъ величинъ, имѣющее, какъ видно изъ опытовъ Samuelson'а, такое важное значеніе въ дѣлѣ очищенія воды.

уменьшаться и что слѣдовательно при одинаковомъ давленіи максимальная скорость будетъ получаться тотчасъ послѣ очистки фильтра, а минимальная при наибольшемъ допускаемомъ нами загрязненіи. Мы видѣли дальше, что предложенное Kirkwood'омъ приспособленіе, давая намъ возможность измѣнять по произволу высоту давленія, тѣмъ самымъ позволяетъ регулировать и скорость теченія, увеличивая ее, когда она становится слишкомъ малою и наблюдая вмѣстѣ съ тѣмъ, чтобы высота давленія также не переходила за извѣстный предѣлъ. Kirkwood, принимая среднюю скорость за 6 дюймовъ въ часъ, полагаетъ, что при чистомъ фильтрѣ скорость эта не должна превышать 8,8 дюйма, при загрязненномъ же — не должна падать ниже 3,2 дюйма. По поводу сообщенія Hack'а изъ „West-Middlesex" Water Works, что скорость въ ихъ фильтрахъ колеблется отъ $11^1/_2$ до 2,9 дюйма въ часъ, Kirkwood замѣчаетъ, что эти границы слишкомъ широки и лучше избѣгать ихъ, чѣмъ подражать имъ [1]). Такое значительное уменьшеніе скорости какъ до 2,9 дюйма, не говоря уже о томъ, что оно даетъ несоотвѣтственно малое количество воды, указываетъ также на значительное загрязненіе верхняго слоя, который, сдѣлавшись вслѣдствіе этого компактнымъ, долженъ выдерживать всю тяжесть водянаго столба, находящагося надъ нимъ, и можетъ вести къ прорыву отдѣльныхъ мѣстъ, о которомъ мы уже говорили. Когда фильтръ чистъ, то по Kirkwood'у [2]) высота давленія въ 9 дюймовъ совершенно достаточна, чтобы обусловить прохожденіе необходимаго количества воды. По мѣрѣ того какъ на поверхности фильтра отлагаются осадки, и высота давленія должна быть увеличена до 2—$2^1/_2$ футовъ. Высота давленія конечно отчасти будетъ зависѣть и отъ характера песка, такъ что и для нея нельзя установить абсолютной мѣры. Если приходится увеличивать высоту давленія до 3-хъ футовъ, что случается при быстромъ засореніи поверхности, то тяжесть воды начинаетъ дѣйствовать на песокъ и обусловливаетъ сжатіе послѣдняго. При очисткѣ фильтра въ такихъ случаяхъ принято послѣ удаленія сверху тонкаго слоя испорченнаго песка посредствомъ скобленія, разрыхлять песокъ вилами на нѣсколько дюймовъ въ глубину. По Ничольсу [3]) лучшіе авторитеты признаютъ это нецѣлесообразнымъ и обыкновенно считается признакомъ дурнаго устройства, если вода фильтруется подъ такимъ давленіемъ, что подобнаго рода операція становится нужной. О томъ, что увеличеніе давленія, а слѣдовательно и скорости теченія, ведетъ за собою прохожденіе нечистотъ на большую глубину въ песокъ, было уже сказано.

[1]) Kirkwood, н. с., стр. 13.
[2]) Н. с., стр. 13.
[3]) Гигіена Бёка, стр. 484.

Кромѣ изложенныхъ нами требованій, обусловливающихъ правильную работу фильтра, т. е. наивозможно лучшую очистку воды, слѣдуетъ обратить еще вниманіе на то, чтобы способность фильтра къ работѣ не истощалась возможно долѣе. Въ виду того, что сущность фильтраціи состоитъ въ извлеченіи изъ воды загрязняющихъ ее веществъ и что вещества эти задерживаются фильтромъ и остаются въ немъ, само собою понятно, что должно наступить время, когда отложеніе этихъ веществъ будетъ настолько значительно, что не только фильтръ не въ состояніи будетъ задерживать новыхъ, но будетъ отдавать проходящей черезъ него водѣ и часть задержанныхъ прежде.

Существовало и до сихъ поръ весьма распространено мнѣніе, что нормальная работа фильтра ограничивается задерживаніемъ нечистотъ въ самомъ верхнемъ слоѣ мелкаго песка; лежащіе же ниже слои не составляютъ собственно фильтрующей поверхности, вслѣдствіе чего періодическая очистка фильтра (соскабливаніе загрязненнаго верхняго слоя) можетъ неопредѣленно долгое время сохранять дѣйствительность фильтра. Но уже изъ изложеннаго нами выше, пока только чисто механическаго дѣйствія фильтра, мы видѣли, что мнѣніе это несправедливо и что напротивъ самое дорогое въ гигіеническомъ смыслѣ очищеніе отъ болѣе мелкихъ взвѣшенныхъ частицъ (а слѣдовательно и различныхъ мелкихъ животныхъ и растительныхъ организмовъ) производится всею толщею фильтровальныхъ слоевъ, вслѣдствіе чего конечно и загрязненіе всѣхъ этихъ слоевъ неизбѣжно. Достиженіе того, чтобы загрязненіе распространялось на возможно меньшую глубину, сосредоточиваясь главнымъ образомъ въ верхнихъ періодически удаляемыхъ слояхъ, и чтобы только самая незначительная часть, самый мелкій остатокъ мути проникалъ въ болѣе глубокіе слои песка, значительно увеличило бы періодъ правильной работы фильтра и отдалило окончательное загрязненіе всѣхъ слоевъ фильтрующаго матеріала, которое все-таки современемъ должно наступить и потребовать радикальной переборки и чистки всѣхъ составляющихъ фильтръ слоевъ.

Предохранить нижніе слои фильтра отъ излишняго загрязненія мы можемъ, впуская на фильтръ воду отчасти предварительно уже очищенную, о чемъ мы скажемъ ниже, а при данной водѣ главнымъ образомъ регулированьемъ скорости теченія. Чѣмъ больше будетъ скорость теченія фильтрующейся воды, слѣдовательно чѣмъ больше фильтръ будетъ обремененъ работою выше мѣры, тѣмъ скорѣе наступитъ моментъ полной его негодности.

Незначительная работа фильтра особенно важна въ первое время послѣ его очистки, потому что въ это время поверхность песка открыта и загрязняющія частицы легче всего проникаютъ въ глубокіе слои. Если же на фильтрѣ уже образовалась пленка слизистаго и волокнистаго вещества, то это послѣднее задерживаетъ большую часть мути, такъ что

безъ опасности для фильтра можно пропускать большее количество воды, чѣмъ въ началѣ (Samuelson) [1]). Принимаемая слѣдовательно Kirkwood'омъ высшая скорость въ 8,8 дюйма при началѣ фильтраціи и средней скорости въ 6 дюймовъ должна быть уменьшена. Вообще для хорошаго сохраненія фильтра необходимо въ началѣ уменьшать скорость фильтраціи противъ средней величины; по мѣрѣ же загрязненія верхняго слоя увеличивать ее, но только до, раньше опредѣленнаго опытомъ, предѣла и никакъ не болѣе. По Fischer'у [2]) высота давленія въ очищенномъ фильтрѣ должна быть очень незначительна; когда же на фильтрѣ образовалась пленка, то давленіе можетъ повыситься до 1 метра.

Когда наступаетъ время очистки для какого-нибудь фильтра, то съ поверхности его спускается вода и тогда снимаютъ верхній слой толщиною въ 1—1,5 сантиметра. Эта процедура продолжается нѣсколько дней, въ продолженіи которыхъ фильтръ изъятъ изъ работы и остальные должны профильтровывать одинаковое съ прежнимъ количество воды. Если фильтрующая поверхность разсчитана такъ, что необходимое количество воды получается при нормальномъ дѣйствіи всѣхъ фильтръ, то, когда одинъ изъ нихъ изъятъ изъ работы и эта послѣдняя распредѣляется между всѣми другими, является источникъ для обремененія фильтръ работою, что и влечетъ за собою всѣ вышеисчисленныя неудобства. Вотъ почему и сказано было выше, что работа фильтръ должна быть разсчитана не на всю фильтрующую поверхность, а за исключеніемъ, такъ сказать, запасной части ея, и вотъ почему выгодно строить фильтрующіе бассейны меньшихъ размѣровъ; хотя они и дороже, но при этомъ можетъ извлекаться изъ участія въ работѣ гораздо меньшая фильтровальная поверхность. Если фильтры загрязняются такъ быстро, что одновременно должны быть изъяты изъ работы нѣсколько фильтръ, то запасная часть должна быть довольно велика, иначе сказать, должна представлять максимумъ фильтрующей поверхности, подвергающейся въ самое дурное для фильтраціи время (преимущественно весною) изъятію изъ работы.

Большая или меньшая чистота притекающей воды обусловливаетъ и болѣе или менѣе частыя очистки фильтра; чтобы потребность въ этихъ послѣднихъ встрѣчалась возможно рѣже—воду изъ рѣки, прежде чѣмъ она поступаетъ на фильтръ, отстаиваютъ въ такъ называемыхъ бассейнахъ для отстаиванья, или осадочныхъ (бассейнахъ).

Вещества, образующія мутность проточной воды, находятся въ ней въ взвѣшенномъ состояніи. Значительная часть ихъ удѣльно тяжелѣе

---

[1]) Kirkwood, н. с., стр. 164.
[2]) Die chemische Techn. des Wassers, стр. 188.

воды и при спокойномъ состояніи ея осѣдаетъ. Вода такимъ образомъ уже въ осадочномъ бассейнѣ значительно освобождается отъ механически загрязняющихъ ее веществъ.

Какъ время, потребное для осажденія, такъ и количество осѣвшихъ веществъ прямо зависятъ отъ ихъ удѣльнаго вѣса. Такъ для осажденія песка, глиммера и др. достаточно уже 12—24 часовъ, известь же, превращенная въ очень мелкій порошокъ, не осѣдаетъ даже по прошествіи не только нѣсколькихъ недѣль, но иногда и цѣлыхъ мѣсяцевъ [1]). Нѣкоторые города, какъ Гамбургъ на Эльбѣ, Сенъ-Люи на Миссисипи пользовались исключительно этимъ способомъ очищенія воды. Онъ же, какъ мы видѣли раньше, употреблялся и въ древнихъ римскихъ водопроводахъ. Само собою понятно, что подобное отстаиванье, гдѣ оно употребляется безъ послѣдовательной фильтраціи (которая быстро выдѣляетъ легкія взвѣшенныя вещества воды, требующія обыкновенно 14 дней и болѣе для своего осажденія), даетъ воду далеко не чистую и заставляетъ потребителей очищать ее домашними средствами, не говоря уже о томъ, что сами осадочные бассейны въ этихъ случаяхъ должны устроиваться большихъ размѣровъ, чтобы дать сносные результаты. Какъ процессъ подготовительный для фильтраціи, этотъ методъ особенно распространенъ и доставляетъ большую выгоду тамъ, гдѣ отстаиванье не требуетъ слишкомъ большаго времени, а вода обильна взвѣшенными веществами. Освобождая воду отъ тѣлъ сравнительно большей величины, чѣмъ поры фильтра, процессъ этотъ тѣмъ самымъ уменьшаетъ загрязненіе верхнихъ фильтровальныхъ слоевъ и дѣлаетъ возможнымъ болѣе рѣдкую ихъ очистку. Роль осадочныхъ бассейновъ для многихъ рѣкъ играютъ озера, въ которыя онѣ впадаютъ.

По мнѣнію Kirkwood'а [2]) устройство бассейновъ для отстаиванья составляетъ во всякомъ случаѣ необходимую и экономическую предварительную очистку, особенно въ тѣ мѣсяцы, когда вода очень мутна. Fischer [3]) также указываетъ на важность предварительнаго отстаиванья воды, какъ на средство сохраненія фильтра. Иначе взвѣшенныя въ водѣ вещества, именно глина (Миссисипи напр. содержитъ 2000 частей глины на 1.000,000 ч. воды), остатки растеній, низшіе организмы и т. п., осаждаясь на поверхности фильтровальнаго слоя, будутъ обусловливать болѣе частую чистку. Однако долгое отстаиванье, преимущественно лѣтомъ, по его мнѣнію не хорошо, такъ какъ, благопріятствуя развитію растеній и животныхъ, оно обогащаетъ воду органическими веществами.

Слѣдовательно осадочные бассейны играютъ важную роль только

[1]) Р. Ничольсъ, Гигіена Бёка, стр. 473.
[2]) Н. с., стр. 15.
[3]) Die chem. Techn. des Wassers, стр. 187. Jahresb. d. chem., 1874, 36.

тамъ, гдѣ вода содержитъ вещества, легко поддающіяся осажденію. Въ другихъ случаяхъ можно прямо проводить воду на фильтръ, избавивъ ее, какъ это дѣлается и при существованіи осадочныхъ бассейновъ, отъ крупныхъ плавающихъ тѣлъ пропусканіемъ чрезъ проволочныя сѣтки, крупный гравій и т. п. Очень многія мѣстности (Берлинъ, Бременъ, Любекъ, Цюрихъ и др.) находятъ болѣе удобнымъ подвергать воду фильтраціи безъ предварительнаго отстаиванья и тамъ, гдѣ это возможно по качеству рѣчной воды, такой способъ долженъ быть предпочитаемъ, какъ мы увидимъ это дальше.

Тамъ, гдѣ по свойству воды нужны бассейны для отстаиванья, ихъ выгодно имѣть нѣсколько, при чемъ каждый вмѣщалъ бы въ себѣ довольно значительное количество воды. Если мы имѣемъ напр. четыре осадочныхъ бассейна, то въ то время, когда одинъ изъ нихъ наполнялся бы водою, въ другомъ вода могла бы уже отстаиваться, изъ третьяго можно было бы спускать воду на фильтръ, а изъ четвертаго—удалять осадившіяся вещества, не нарушая при этомъ работы трехъ остальныхъ. Необходимо также, чтобы вода не оставалась долгое время въ покоѣ, не болѣе напр. 24 часовъ, а все остальное время находилась бы въ движеніи. Что касается самаго устройства бассейновъ, то принципъ здѣсь тотъ же, какъ и при устройствѣ бассейновъ для фильтраціи. Дѣлается углубленіе съ водоупорными стѣнами и дномъ; впускная труба сообщается съ рѣкой, а выпускная идетъ къ открытому жолобу или трубѣ, приводящей воду на фильтръ. Размѣры и вмѣстимость, какъ они приняты для различныхъ мѣстъ, будутъ показаны въ таблицѣ [1]). Не лишнее замѣтить, что устройство осадочныхъ бассейновъ не даетъ возможности уменьшить фильтровальную поверхность, потому что величина ея обусловливается единственно количествомъ мелкихъ частицъ, производящихъ муть, т. е. частицъ, которыя не удаляются осажденіемъ [2]).

Когда фильтрующіе бассейны дѣлаются открытыми, то находящаяся въ нихъ вода зимою промерзаетъ до извѣстной глубины. Напротивъ того довольно сильное согрѣваніе ея лѣтомъ ведетъ къ усиленному развитію растительныхъ формъ. Образующійся зимою на фильтрахъ слой льда, доходящій иногда, какъ напр. въ фильтрахъ Берлина, до 0,6 метра толщины, могъ бы повредить стѣны фильтрующаго бассейна.

Во избѣжаніе этого каждый фильтръ требуетъ приставленія къ нему лицъ, спеціально назначенныхъ для того, чтобы отдѣлять отъ стѣнъ

[1]) По Kirkwood'у въ умѣренномъ климатѣ, какъ напр. въ Англіи, величина бассейновъ не особенно важна, однако при условіи, чтобы глубина воды въ нихъ была не менѣе 8—10 фут. и вода не находилась продолжительное время въ покоѣ. По Fischer'у величина осадочныхъ бассейновъ зависитъ отъ количества и химическаго состава очищаемой воды и отъ свойствъ взвѣшенныхъ въ ней веществъ (стр. 187).
[2]) Samuelson, Kirkwood, н. с., стр. 169 и 170.

намерзающій ледъ и держать его постоянно отъ нихъ на нѣкоторомъ разстояніи (6—12 дюймовъ). Образующаяся довольно толстая ледяная кора при этомъ условіи свободно плаваетъ въ фильтрующемъ бассейнѣ и не можетъ повреждать его. По Fischer'у [1]) очищеніе фильтра при этихъ условіяхъ едва ли выполнимо. Для устраненія всѣхъ этихъ неудобствъ фильтрующіе бассейны въ настоящее время стараются устроивать крытыми.

Кромѣ описаннаго нами наиболѣе распространеннаго способа въ устройствѣ приспособленій для очищенія большихъ массъ воды, мы встрѣчаемъ во многихъ водныхъ сооруженіяхъ болѣе или менѣе существенныя видоизмѣненія. Такъ напр. водное сооруженіе Gorbae въ Глазго отличается отъ остальныхъ употребительныхъ фильтръ тѣмъ, что здѣсь гравій различныхъ величинъ и песокъ лежатъ не другъ надъ другомъ, но расположены уступами другъ возлѣ друга, причемъ верхніе уступы наполнены болѣе крупнымъ фильтровальнымъ матеріаломъ, а нижній и самый широкій мелкимъ пескомъ. Самое глубокое отдѣленіе воспринимаетъ профильтровавшуюся воду [2]). Это устройство, облегчая возобновленіе фильтрующихъ слоевъ и требуя его рѣже, чѣмъ это нужно бываетъ при другихъ системахъ, тѣмъ не менѣе, вслѣдствіе дороговизны устройства, не нашло примѣненія въ другихъ мѣстностяхъ.

Нельзя не упомянуть также о фильтрахъ съ такъ назыв. самоочищеніемъ. Они устроиваются такимъ образомъ, что особо приспособленнымъ механизмомъ токъ воды можетъ быть направленъ обратно противъ обыкновеннаго его теченія, т. е. снизу вверхъ. Застрявшія въ порахъ фильтра нечистоты уносятся этимъ токомъ на поверхность фильтра, откуда и отводятся особыми каналами. Такое приспособленіе мы находимъ въ Paisly (въ Англіи). Очищеніе, достигнутое такимъ путемъ, не достаточно. Тамъ же находимъ попытку увеличить очищающее дѣйствіе песка прибавленіемъ къ верхнему слою его въ 15 сент. 10% толченаго древеснаго угля. Приспособленіе для самоочищенія фильтръ находится также въ устроенныхъ въ 1870 году фильтрахъ Дюнкирхена, а также въ фильтрахъ Longchamps для Марсели, но, вслѣдствіе упомянутаго уже выше несовершенства устройства ихъ въ другихъ отношеніяхъ, они больше не употребляются.

Въ фильтрахъ новаго воднаго сооруженія въ Прагѣ притокъ воды на фильтръ регулируется приспособленіемъ, состоящимъ изъ клапана и поплавка. Оттокъ профильтровавшейся воды также регулируется приспособленіемъ, состоящимъ изъ тарелко-подобной крышки, служащей для запруды, и поплавка, который указываетъ величину чрезмѣрнаго давленія

[1]) Die chem. Techn. des W. стр. 178.
[2]) F. Ficsher. Die chem. Techn. d. W., стр. 166.

на фильтръ. Въ фильтрахъ Берлина устроенъ самодѣйствующій регуляторъ для притока воды. Въ Прагѣ для облегченія при очисткѣ фильтра (удаленія верхняго грязнаго слоя и привоза чистаго песка) надъ срединнымъ каналомъ устроенъ рельсовый путь.

Кромѣ упомянутыхъ, встрѣчается множество болѣе мелкихъ измѣненій въ расположеніи фильтровальныхъ слоевъ (волнообразное расположеніе въ Эдинбургѣ) и различной ихъ толщины, устройствѣ дренирующихъ путей, стѣнъ фильтрующихъ бассейновъ (вмѣсто вертикальныхъ отлогія) и т. д. [1]), описаніе которыхъ завело бы насъ слишкомъ далеко.

Прилагаемыя таблицы показываютъ принятые въ различныхъ мѣстахъ Европы размѣры при устройствѣ фильтрующихъ и осадочныхъ бассейновъ, ихъ число для данной мѣстности, толщину фильтровальнаго слоя и сколько въ немъ песка, количество воды, профильтровывающейся черезъ крадр. метръ поверхности въ сутки и въ часъ, высоту водянаго столба надъ поверхностью песка и число жителей городовъ и ихъ предмѣстій, снабжающихся профильтрованной водою.

Первая изъ приведенныхъ таблицъ, касающаяся устройства фильтръ континента Европы, составлена по даннымъ, сообщеннымъ Е. Grahn'омъ въ его сочиненіи „Die städtische Wasserversorgung" [2]). Что касается характера песка, употребляемаго въ означенныхъ фильтрахъ, то мы нашли у него свѣдѣнія только для двухъ мѣстностей: Позена и Цюриха. Въ фильтрахъ перваго употребляется песокъ съ песчинками величиною въ 1—2 миллим., а второго—въ 1,7 мм. для мелкаго—и въ 3,5 мм. для крупнаго песка. Въ Брауншвейгѣ по Fischer'у [3]) употребляется песокъ съ песчинками въ 0,3—0,7 мм. въ діаметрѣ.

Что касается количества профильтровывающейся воды въ сутки и въ часъ черезъ квадр. метръ поверхности, то приведенныя въ 1 таблицѣ цифры частью приведены у Grahn'a, частью же вычислены нами изъ показаннаго у него годоваго или суточнаго количества доставляемой воды. Вычисленіе производилось, принимая въ разсчетъ всю фильтрующую поверхность, не исключая дней, въ которые фильтры очищались и не работали, а потому полученныя въ этихъ случаяхъ цифры нѣсколько менѣе дѣйствительныхъ. Количество песка показано общее для мелкаго и крупнаго, съ примѣчаніемъ сколько находится того и другаго.

Вторая таблица, касающаяся устройства фильтръ 7 лондонскихъ водопроводныхъ обществъ, составлена: что касается числа жителей и размѣровъ и числа осадочныхъ и фильтрующихъ бассейновъ, по таблицамъ, приведеннымъ у Grahn'a и Meyer'a «Reisebericht etc.» [4]);

[1]) F. Ficsher. Die chem. Techn. d. W. стр. 166—187.
[2]) I. Band. Statistik. 1878 г., стр. 16 до 312.
[3]) Die chem. Techn. d. W., стр. 180.
[4]) Таблица I и II на стр. 140 и 141.

Названіе города и рѣки.	Число жителей.	Число осадочныхъ бассейновъ.	Поверхность осадочныхъ бассейновъ въ квадр. м.	Вмѣстимость осадочн. бассейновъ въ кубич. метр.	Число фильтръ.	Общая фильтров. поверхность въ кв. метр.	Величина фильтров. поверхности отдѣльныхъ бас. въ квадр. метр.	Толщина фильтровальныхъ слоевъ въ метр.	Толщина песочнаго слоя въ метрахъ.	Колич. воды профильтр. въ сутки на квадр.м. поверх. *).	Высота воды надъ пескомъ въ метр.
Альтона въ Гольштиніи . . . . . р. Эльба.	104,155	2	1871	5640	6	4927	817.9 и 827.7	1.8	0.9	1.61	1.22
Берлинъ . . . . . р. Шпрее.	969,000				11	37760	3034 и 4492	1.35	1.4 [1])	3.6 [2])	
Брауншвейгъ. . . . . р. Океръ.	65,938	2	16600	14680	1	1408	1408	0.66	0.5	4.755 [3])	0.3 и
Бременъ . . . . . р. Везеръ.	102,376				5	4375	679 и 1169	1.882 1.95	0.724 1.04 [4])	1.95	0.84 0.3 0.87 1.25 [5])
Бригъ въ Силезіи . . . . . р. Одеръ.	16,251				2	568	284	2.48	1.24	3.94 [6])	
Бреслау въ Силезіи . . . . . р. Одеръ.	239,050	1	1533	7335	3	12000	4000	2.17	1.0	3.8	1.25
Брюнъ въ Мёренъ . . . . . р. Шварцава.	79,973	2	14455	24194	3	2978	992.6	1.264	0.869	7—10	1.9
Китцингенъ въ Баваріи . . . . . р. Майнъ.	8,000				2	400	200	не ска	зано.	1.1257 [7])	
Любекъ. . . . . р. Вакенитъ, прит. р. Травы.	31,000				3	1248	416	1.73	0.576	1.22 [8])	
Магдебургъ въ Пруссіи . . . . . р. Эльба.	98,789	6	10938	39372	6	7862.4	1310.4	1.7	1.05 [9])	2.4 [10])	
Позенъ въ Пруссіи. . . . . р. Вартъ.	60,790				2	1120	560	1.57	0.628	12	
Роштокъ въ Мекленбургъ-Шверинѣ . . . . . р. Варновъ.	34,000				3	1365	455	1.4	0.8	2.49	2—2.3
Штетинъ въ Помераніи. . . . . р. Одеръ.	79,833	1	985	3090	3	2219.25	739.75	1.123	0.628	2.394 [11])	0.628
Штутгартъ въ Виртембергѣ . . . . . озеро и р. Некаръ.	107,575			для рѣки. для озера	3 5	·790 950	263.3 190	1.75	несказ.	4 [12])	1.4
Троппау въ Австрійской Силезіи. . . . . р. Оппа.	18,000				3	960	320	1.58	0.790 [13])	4.7	0.635
Виттенъ въ Вестфаліи . . . . . р. Руръ.	18,278				2	400	200	1.47	0.85	4.75 [14])	
Цюрихъ въ Швейцаріи . . . . . р. Лимматъ.	21,200				2	1134	567	2.4	1.2 [16])	3.5 [15])	

Примѣчанія.

[1]) Показано общее количество песка; въ немъ мелкаго 0.6 и крупнаго 0.8 м.

[2]) Нормальное количество. Максимумъ 4.896 к. м. Обыкновенно лѣтомъ 3 к. м., а зимою 2 куб. м.

[3]) Количество воды, получающееся въ первые дни послѣ очистки фильтра.

[4]) Показано общее количество песка въ немъ мелкаго 0.6 м. и крупнаго 0.44.

[5]) Показываетъ высоту давленія, получающуюся при наполненіи до верху старыхъ и новыхъ фильтръ.

[6]) Взято максимальное дневное количество воды и раздѣлено на всю фильтровальную поверхность.

[7]) Вычислено изъ показаннаго на 1870 г. общаго суточнаго количества воды въ 450 к. м.

[8]) Вычислено изъ средняго суточнаго количества воды 1869 года.

[9]) Общее количество песка. Въ немъ 0.9 мелкаго и 0.15 крупнаго песка.

[10]) Максимумъ 3.3 куб. м.

[11]) Вычислено изъ годоваго количества воды на 1875 г.

[12]) Максимумъ.

[13]) Состоитъ на половину изъ мелкаго, на половину изъ крупнаго песка.

[14]) Эта цифра взята у Grahn'a и Meyer'a стр. 54.

[15]) Можетъ быть увеличена до 7.5 к. м.

[16]) Общее количество песка; въ немъ 0.9 мелк. и 0.3 крупнаго.

*) Приведенныя въ этой графѣ цифры имѣютъ только относительное значеніе. Далеко не для всѣхъ фильтръ показаны принятыя въ нихъ среднія цифры для профильтровывающейся въ сутки черезъ квадр. метръ поверхности воды, а потому пришлось брать приводимыя годовыя или суточныя цифры всего количества воды и дѣлить это на всю фильтровальную поверхность, не исключая дней, въ которые фильтры чистились.

Названіе лондонскихъ водопроводныхъ обществъ и рѣкъ.	Число жителей.	Число осадочныхъ бассейновъ.	Поверхность осадочн. бассейновъ въ квадр. метр.	Вмѣстимость осадочныхъ бассейновъ въ куб. метр.	Число фильтръ.	Общая фильтров. поверхность въ квадр. метр.	Величина фильтров. поверхности отдѣльн. бассейновъ въ квадр. метр.	Толщ. фильтров. слоевъ въ метрахъ.	Толщина песочнаго слоя.	Количество профильтр. воды въ сутки на квадр. метр. поверхн.	Тоже въ часъ.	Высота воды надъ пескомъ въ метрахъ.
New River . . . . . р. Ли.	900,000	8	286330	631980	13	45530	2698 3035 4017	0,91	0,76	2,736	0,114	1,52
East London . . . . . р. Темза.	820,312	9	1008094	2748510	25	98081	3372,5 3894	1,165	0,609	1,512	0,063	1,52
Southwark and Vauxhall . . . . . р. Темза.	504,500	6	70824	209870	9	57671	4721,6 7261	1,95	0,91	1,824	0,076	1,21
West Middlesex . . . . . р. Темза.	363,607	3	82964	258750	6	40870	6728,3	1,52	0,53	1,644	0,0685	0,91
Grand Junction . . . . . р. Темза.	329,544	4	28830	90600	4	31362	7840,5	1,65	0,76	1,888	0,0787	1,21
Lambeth . . . . . р. Темза.	386,358	3	121410	567600	7	16188	2312,5	2,12	0,91	6,504	0,271	2,13
Chelsea . . . . . р. Темза.	210,000	—	—	—	7	27318	3902,3	2,436	0,99	3,888	0,162	1,52

цифры же, показывающія величину фильтрующихъ слоевъ, количество профильтровывающейся воды и высоту воды надъ пескомъ, взяты изъ сочиненія Humber'a (стр. 143). Толщина песочнаго слоя показана только для мелкаго песка. Приведенныя въ этой таблицѣ данныя относятся къ 1876 году.

Намъ остается еще сказать нѣсколько словъ о весьма важномъ въ практическомъ отношеніи условіи дѣйствія фильтрующаго снаряда, а именно о продолжительности этого дѣйствія до того момента, когда фильтръ становится совершенно негоднымъ къ работѣ и дорого стоющія сооруженія требуютъ новыхъ затратъ на переборку и чистку всего фильтрующаго матеріала.

Samuelson [1]), высказывающійся по этому поводу очень опредѣленно, говоритъ, что этотъ вопросъ былъ бы для него совершенно теменъ, если бы случайно въ 1872 году не наступилъ моментъ негодности фильтръ водныхъ сооруженій въ Альтонѣ, вслѣдствіе ихъ чрезмѣрной работы. Приводимъ здѣсь его собственныя слова: «Лѣтомъ 1872 г. вода Эльбы была особенно нехороша, вслѣдствіе сильныхъ дождей, продолжавшихся нѣсколько недѣль въ Саксоніи и Богеміи. Впродолженіи многихъ лѣтъ уже Эльба не содержала такого значительнаго количества глины, такъ что вода имѣла цвѣтъ кофе. Частицы глины были чрезвычайно мелки и большая часть ихъ оставалась въ взвѣшенномъ состояніи очень долго не смотря на покой воды. Эту воду фильтры Альтона должны были просвѣтлять и выполнили это дѣйствительно въ совершенствѣ, хотя предварительное отстаиванье производится здѣсь въ очень маленькихъ бассейнахъ и поэтому приноситъ незначительную пользу. Фильтры уже производили maximum работы, а это чрезмѣрное обремененіе сдѣлало ихъ вполнѣ неспособными къ работѣ, такъ что осенью 1872 года понадобилась полнѣйшая переборка и частичное возобновленіе фильтровальнаго песка. Эти фильтры находились въ то время въ работѣ 13 лѣтъ. Въ первые годы ихъ дѣятельности работа ихъ была очень незначительна. Они должны были профильтровывать maximum 2 куб. метра на квадр. м. (при 4 работающихъ фильтрахъ), но такъ какъ фильтровальный песокъ въ Альтонѣ нѣсколько крупенъ, то фильтры могутъ фильтровать во всѣхъ случаяхъ только 1,5 куб м. на квадр. м. въ 24 часа, если не обременять ихъ работою. Кромѣ того фильтры Альтона не имѣли приспособленія для точнаго регулированья скорости фильтраціи для каждаго фильтра, поэтому чистый фильтръ долженъ былъ больше работать, чѣмъ уже загрязненный и послѣ каждой чистки обременялся работою выше мѣры.

Слѣдовательно болѣе или менѣе скорая порча фильтра зависитъ вполнѣ отъ точнаго выполненія условій, указанныхъ нами выше. По-

[1]) Kirkwood н. с., стр. 164.

этому, чѣмъ меньше частицъ попадаетъ въ нижніе слои фильтра, чѣмъ больше онѣ задерживаются въ самомъ верхнемъ слоѣ песка, т. е. чѣмъ больше скорость теченія согласуется съ характеромъ данной воды и состояніемъ, въ которомъ находится песокъ (время до и послѣ снятія верхняго слоя песка при очисткѣ), иначе сказать, чѣмъ меньше фильтръ будетъ обремененъ чрезмѣрной работой,—тѣмъ дольше онъ сохранится.

При вполнѣ правильномъ устройствѣ и правильной работѣ моментъ, когда фильтръ дѣлается негоднымъ, наступаетъ очень поздно: „Я утверждаю, что этотъ моментъ можетъ наступить не раньше 50 лѣтъ съ начала дѣйствія фильтра», говоритъ Samuelson [1]).

Описывая условія, при которыхъ работа фильтра можетъ дать лучшую очистку воды отъ механически примѣшанныхъ къ ней веществъ, мы уже говорили объ опытахъ Samuelson'a, показавшаго, что путемъ уменьшенія скорости теченія и надлежащей мелкости фильтровальнаго песка изъ воды могутъ быть выдѣлены самыя мелкія посторонніе частицы.

Проглядывая литературу этого вопроса, мы нигдѣ не могли найти отрицанія хорошаго дѣйствія песочнаго фильтра въ смыслѣ механической очистки воды, хотя большинство авторовъ, на основаніи существующихъ наблюденій, признаетъ ее все-таки далеко несовершенной.

Наиболѣе подозрительными изъ веществъ, механически примѣшанныхъ къ водѣ, считаются несомнѣнно низшіе животные и растительные организмы. Уже Kirkwood [2]) обратилъ вниманіе на задачу фильтръ выдѣлять изъ воды не только вещества, производящія муть, но и маленькія растительныя волокна и маленькіе растительные и животные организмы, которые встрѣчаются во всѣхъ рѣчныхъ водахъ въ большемъ или меньшемъ количествѣ во время лѣта. Въ тѣ лѣтніе мѣсяцы, когда рѣка обыкновенно содержитъ меньше взвѣшенныхъ веществъ, удаленіе этихъ нечистотъ составляетъ по его мнѣнію главную цѣль фильтраціи. Опыты, произведенные Гасселемъ показали, что мельчайшія формы этихъ простѣйшихъ организмовъ не задерживаются не только песочнымъ, но и фильтромъ изъ древеснаго угля и задерживаются вполнѣ только животнымъ углемъ. Ротъ и Лексъ повторными изслѣдованіями фильтрованной воды Берлинскихъ водопроводовъ также констатировали, что эти организмы проходятъ черезъ песочный фильтръ, не задерживаясь имъ [3]). Проф. Müller также находитъ, что механическое очищеніе воды фильтрами Берлина несовершенно, такъ какъ подъ микроскопомъ можно найти еще въ водѣ водопроводовъ различные организмы, для задержанія которыхъ требуется болѣе толстый и плотный слой фильтрующаго матеріала, соотвѣтственно замедляющій и прохожденіе воды, хотя считаетъ, что примѣненіе этихъ условій несовмѣстимо съ фильтраціей для городскихъ водопроводовъ [1]).

[1]) Kirkwood н. с., стр. 163.
[2]) Kirkwood н. с., стр. 6.
[3]) Приведено у Эрисмана, стр. 504.

Мы уже видѣли выше, какъ различно можетъ быть дѣйствіе фильтра на воду и какъ различны условія, оказывающія вліяніе на успѣшность фильтраціи. Не стоитъ упоминать о томъ, что условія эти далеко не вездѣ строго принимаются въ разсчетъ на практикѣ и что слѣдовательно странно было бы ожидать вездѣ и всегда совершенныхъ результатовъ. Приводимая таблица наблюденій англійской коммисіи [2]) надъ дѣйствіемъ фильтръ 7 лондонскихъ водопроводныхъ обществъ, показываетъ, что очищеніе ими воды иногда бываетъ далеко несовершеннымъ и, при допускаемой каждымъ обществомъ максимальной скорости теченія, несовершенная очистка встрѣчается въ общемъ тѣмъ чаще, чѣмъ выше максимальная скорость, хотя конечно, въ виду зависимости очистки еще отъ матеріала фильтра и отъ самой фильтрующейся воды, цифры эти не представляются вполнѣ пропорціональными скорости теченія и въ нѣкоторыхъ случаяхъ даютъ уклоненія.

Названіе водопроводныхъ обществъ.	Скорость фильтраціи въ миллиметрахъ.	Число случаевъ, въ которыхъ вода получалась:			
		Прозрачной.	Слегка мутной.	Мутной.	Очень мутной.
Lambeth	305	42	11	12	10
Chelsea	185	49	15	5	6
Grand Junction	177	55	14	7	—
Southwark and Vauxhall	152	41	24	5	4
New River	127	70	4	—	—
West Middlesex	119	75	—	—	—
East London	98	51	18	3	2

[1]) Reinigung und Entwässerung Berlins. Heft XII. стр. 574.
[2]) VI отчетъ, стр. 217 до 281. Приведено у Fischer'a. Die chem. Techn. des W., стр. 193, а также см. Grahn und Meyer, стр. 101 и 109.

Для насъ важно прежде всего показать возможность полной механической очистки воды пескомъ и достижимость этого на практикѣ. Произведенныя англійской коммисіей микроскопическія изслѣдованія осадка профильтрованной воды различныхъ лондонскихъ водопроводныхъ обществъ, когда эта послѣдняя была мутна, почти всегда могли констатировать въ немъ присутствіе живыхъ движущихся организмовъ. Слѣдующая таблица показываетъ, какъ часто и въ какихъ водопроводахъ найдены были организмы за періодъ въ 6 лѣтъ [1]).

Названіе водопроводныхъ обществъ.	1869.	1870.	1871.	1872.	1873.	1874.
Chelsea	3	2	2	3	2	5
West Middlesex	0	0	0	0	0	0
Southwark	8	1	4	1	2	5
Grand Junction	4	1	1	2	3	5
Lambeth	5	0	4	6	3	4
New River	0	0	0	0	1	1
East London	4	3	3	1	0	2

Не говоря уже о томъ, что появленіе осадковъ и мути въ водѣ наблюдается при хорошей фильтраціи довольно рѣдко, заслуживаетъ вниманія тотъ фактъ, что въ водѣ нѣкоторыхъ обществъ, какъ напр. West Middlesex, низшихъ организмовъ не было найдено ни разу, и въ водѣ, доставляемой другими обществами, они находились также не всегда, что врядъ ли можно объяснить случайнымъ отсутствіемъ ихъ въ водѣ до фильтраціи.

Если бы изъ этихъ данныхъ позволительно было вывести заключеніе о возможности достигнуть на практикѣ задержанія въ порахъ песочнаго фильтра всѣхъ низшихъ организмовъ, то санитарное значеніе такой фильтраціи врядъ ли могло бы возбуждать сомнѣнія, высказываемыя нѣкоторыми авторами [2]).

[1]) Таблица приведена у Grahn и Meyer. стр. 102.

[2]) „Искуственная фильтрація сквозь толстые слои песка, окиси желѣза, угля, вой-

Мы уже видѣли раньше, что кромѣ механическихъ примѣсей вода содержитъ въ себѣ различныя вещества въ растворѣ и что изъ этихъ веществъ особенное значеніе въ санитарномъ отношеніи имѣютъ органическія вещества. Если избытокъ солей узнается вкусомъ, то далеко не то бываетъ съ органическими веществами. Органическая матерія въ растворенномъ состояніи часто бываетъ совершенно безвкусна [1]) и насыщенная ею вода можетъ долгое время считаться очень хорошею, пока случайное изслѣдованіе, или замѣченная въ районѣ потребленія такой воды усиленная болѣзненность не обратятъ вниманія на ея качества.

Мы видѣли дальше, что вода во время просачиванья своего черезъ почву, подтвергаясь вліянію процессовъ, совершающихся въ этой послѣдней, является на извѣстной глубинѣ очищенною отъ этихъ примѣсей, но что далеко не такою представляется вода, находящаяся на поверхности земли, какъ напр. наичаще идущая въ питье рѣчная вода. Очистка такой воды чисто механическая, улучшающая цвѣтъ и прозрачность воды, дѣлая ее на видъ такою же какъ и вполнѣ хорошая вода, тѣмъ не менѣе не можетъ избавить ея потребителей отъ всѣхъ тѣхъ опасностей, которыя сопряжены съ питьемъ испорченной воды. Вотъ почему вопросъ о дѣйствіи фильтраціи на вещества, находящіяся въ растворѣ, часто служилъ предметомъ изслѣдованій и цѣнность фильтрующаго матеріала, особенно въ послѣднее время, ставилась прямо въ зависимость отъ способности его дѣйствовать именно на эти вещества.

Извѣстно свойство всѣхъ порозныхъ веществъ не только сгущать и поглащать газы съ извѣстнымъ выборомъ, но и отнимать изъ смѣшанныхъ жидкостей отдѣльныя составныя части. Если пропускать уксусъ черезъ столбъ чистаго мелкаго кварцеваго песка, онъ сначала лишается всей кислоты, пока кислота достигнетъ извѣстной степени концентраціи въ пескѣ. Разведенная кортофельная водка, профильтрованная черезъ мелкій кварцевый песокъ, даетъ сначала одну воду, затѣмъ спиртную жидкость, которая лишена сивушнаго масла, и только затѣмъ она проходитъ въ неизмѣненномъ видѣ [2]).

Способность освобождать жидкость отъ различныхъ растворенныхъ въ ней веществъ въ гораздо большей степени наблюдалась въ другихъ

лока и другіе предметы, — все это мизерныя средства, которыми можно пожалуй кое-что сдѣлать въ маленькомъ объемѣ, но которыми едвали удается обмануть даже вкусъ и инстинктъ". Geigel. Руководство къ частной патологіи и терапіи, подъ редакціею H. v. Ziemssen'a т. I. Общественная гигіена и промышленныя болѣзни. Переводъ Д. Г. Фридберга, подъ редакціей пр. А. П. Доброславина и А. И. Якобія, 1878 г., стр. 282.

[1]) Паркъсъ н. с. стр. 42.

[2]) Annalen der Physik und Chemie Herausgegeben zu Berlin von I. C. Poggendorff. Vierundzwanzigster Band, der ganzen Folge Hunderster. Leipzig 1832, стр. 594 Ueber die Schnell—Essig—Fabrication; von D-r C. Wagenmann in Berlin.

порозныхъ веществахъ и особенно въ растительномъ и животномъ углѣ. Многія такъ называемыя свойства угля зависятъ исключительно отъ степени его скважности, принадлежатъ многимъ другимъ скважистымъ тѣламъ и измѣняются смотря по степени плотности угля, зависящей отъ способа его приготовленія и происхожденія. Сюда относится способность угля поглощать газы, жидкости и многія вещества изъ растворовъ. Коксъ или уголь, остающійся отъ неполнаго сгоранія каменныхъ углей и смолистыхъ веществъ, мало пористъ, блестящъ, не маракъ и не пишетъ, плотенъ и вслѣдствіе того не обладаетъ большою притягательною поверхностью и почти лишенъ способности удерживать жидкости и твердыя тѣла, не поглощаетъ газовъ. Легкіе же виды угля, происходящіе при обугливаніи дерева, обладаютъ этою способностью, особенно же развита она въ томъ весьма мелкомъ и рыхломъ углѣ, какой получается при прокаливаніи животныхъ веществъ. Эти виды угля не плотны, весьма пористы, пачкаютъ, легко горятъ, обладаютъ, вслѣдствіе множества поръ, огромною поверхностью притяженія и ею-то вѣроятно притягиваютъ и удерживаютъ различныя вещества. Уголь обладаетъ способностью втягивать въ себя воздухъ, пары воды и разные другіе газы. Поглотительная способность угля относительно газовъ принадлежитъ къ разряду такихъ же точно явленій поглощенія, какъ и сгущеніе газовъ въ губчатой платинѣ и другихъ пористыхъ веществахъ. Здѣсь очевидно существуетъ явленіе прилипанія газовъ къ твердому тѣлу точно такъ, какъ жидкости обладаютъ способностью прилипать къ различнымъ твердымъ тѣламъ. Уголь поглощаетъ не только одни газы, но и множество другихъ веществъ. Въ этомъ отношеніи его способность весьма замѣчательна; онъ обладаетъ склонностью къ поглощенію нѣкоторыхъ веществъ преимущественно передъ другими, такъ напр. спиртъ, содержащій въ себѣ непріятное пахучее сивушное масло, будучи смѣшанъ съ углемъ или черезъ него процѣженъ, оставляетъ въ углѣ свое сивушное масло. Точно также поглощаются углемъ и многія красящія вещества.

Для показанія обезцвѣчивающей способности угля можно употреблять различные окрашенные растворы, напр. анилиновыхъ красокъ, лакмуса и т. п. Уголь, поглотивши одно вещество до насыщенія, можетъ удерживать еще нѣкоторыя другія вещества. Чѣмъ пористѣе уголь, тѣмъ больше поверхность угля, и вотъ по этой-то причинѣ животный уголь, получающійся въ весьма мелкомъ состояніи, особенно при накаливаніи костей, и составляетъ лучшую форму угля, служащаго для поглощенія [1]).

Мы подробно коснулись свойствъ угля въ виду того, что свойства эти принадлежатъ и другимъ скважистымъ тѣламъ, между прочимъ и

---

[1]) Менделѣевъ, н. с. стр. 449, 462—465.

интересующему насъ песку, и различіе для разныхъ тѣлъ будетъ главнымъ образомъ количественное.

Сравнительныя изслѣдованія, произведенныя Witt'омъ [1]) надъ поглощательною способностью песка и угля, показали, что песокъ обладаетъ этою способностью въ весьма незначительной степени. Два галлона воды, настоенные въ продолженіи нѣсколькихъ недѣль на 4 унціяхъ коровьяго навоза и такого же количества чернозема, послѣ отстаиванья и слитія жидкости съ осадка фильтровались черезъ уголь и песокъ. При этомъ жидкость, пропущенная черезъ песокъ и уголь, потеряла:

	Пропущенная черезъ песокъ	Пропущенная черезъ уголь
Общаго остатка	2,14%	52,82%
Органической матеріи	4,97%	88,05%
Минеральныхъ веществъ	0,197%	28,26%

Опыты эти, цитируемые во многихъ руководствахъ къ гигіенѣ, отвели песку очень далекое мѣсто въ ряду очищающихъ воду средствъ [2]). Опыты Witt'а надъ продолжительностью дѣйствія различныхъ фильтръ дали слѣдующіе результаты.

Песокъ и уголь, при пропусканіи черезъ нихъ воды, содержащей 351,1 ч. (24,578 гр. въ галлонѣ) плотнаго остатка, поглотили:

Послѣ 23 часоваго дѣйствія	песокъ	2,88%
Послѣ 72 часоваго „	уголь	9,906 „
Послѣ 5 дневнаго дѣйствія	песокъ	3,613 „
	уголь	11,93 „
Послѣ 10 дневнаго „	песокъ	8,316 „
	уголь	15,3 „
Послѣ 15⅔ дневнаго дѣйствія	песокъ	8,426 „
	уголь	13,03 „

---

[1]) Journal für praktische Chemie herausgegeben von Otto Linné Erdmann und Gustav Werther. Siebzigster Band. Leipzig 1857, стр. 134. Ueber die Wirkung von Kohle und Sand auf in Wasser gelöste Substanzen u Philos. Magaz. XII № 76 p. 23.

[2]) Опыты D-r. H. Fleck'а надъ способностью песка и глины поглощать амміакъ и органическія вещества изъ загрязненной воды показали, что, тогда какъ глина поглощала изъ воды 52% амміака и 23% органическихъ веществъ, песокъ и гравій не имѣли никакого вліянія на названныя составныя части загрязненной воды. Дальнѣйшіе опыты показали, что эта способность глины чисто механическаго характера. Когда глина приводилась въ соприкосновеніе съ болѣе чистой водой, то она понемногу отдавала ей задержанные прежде амміакъ и органическія вещества. Ueber den Einfluss verschiedener Bodenarten auf mit animalischen Abfallstoffen verunreinigtes Wasser.—Vierter und Fünfter Iahresbericht der Chemichen Centralstelle für öffentliche Gesundheitspflege in Dresden. Herausgegeben von Hofrath Prof. D-r. H. Fleck. Dresden 1876, стр. 53—59.

Проглядывая приведенныя цифры, замѣчаемъ, кромѣ громаднаго различія въ степени очистительной способности того и другаго вещества, еще и то, что способность эта далеко не постоянна и, повышаясь постепенно, какъ въ пескѣ, такъ и въ въ углѣ, доходитъ до извѣстнаго предѣла, послѣ котораго она начинаетъ утрачиваться, и что въ то время, какъ въ углѣ способность эта достигла своего maximum'а и стала уже ослабѣвать, въ пескѣ она только увеличивалась [1]).

Только что описанное дѣйствіе фильтра на находящіяся въ ростворѣ вещества можетъ быть объяснено тѣмъ же процессомъ прилипанія къ частицамъ, составляющимъ стѣнки поръ фильтра, какъ это мы уже описали для мельчайшихъ взвѣшенныхъ веществъ [2]). По скольку играютъ здѣсь роль химическія и физическія свойства матеріала фильтра, мы судить не беремся, но при данномъ матеріалѣ поглощательная способность будетъ тѣмъ больше, чѣмъ пористѣе этотъ матеріалъ, чѣмъ большая поверхность его приходитъ въ соприкосновеніе съ фильтрующейся жидкостью и чѣмъ чище эта поверхность, иначе сказать, чѣмъ дальше она отстоитъ отъ предѣла насыщенія.

Вліяніе фильтра такимъ образомъ на растворенныя вещества будетъ тѣмъ больше, чѣмъ лучше будутъ соблюдены условія, перечисленныя нами выше, когда мы говорили о задержаніи фильтромъ мельчайшихъ взвѣшенныхъ въ водѣ частицъ, т. е. чѣмъ мельче и угловатѣе будетъ песокъ, чѣмъ толще слой его и чѣмъ медленнѣе и равномѣрнѣе будетъ протекать чрезъ него вода. Такъ какъ для всякаго фильтровальнаго матеріала неизбѣжно долженъ наступить моментъ насыщенія его извѣстными веществами, послѣ котораго онъ уже не въ состояніи ихъ задерживать, то понятно почему толщина фильтрующаго слоя будетъ имѣть не только важное значеніе для лучшаго очищенія воды, но и отдалитъ срокъ, когда фильтръ дѣлается совершенно негоднымъ, т. е.

---

[1]) Интересны были бы опыты, опредѣляющіе все количество могущихъ быть поглощенными пескомъ и углемъ веществъ. Не показали ли бы они, что количество это, при одинаковомъ измельченіи того и другого вещества, одинаково и требуетъ только различнаго времени. То, что уголь быстро доходитъ до насыщенія, въ пескѣ же оно наступаетъ медленнѣе, если это только не зависитъ отъ механическаго распредѣленія частицъ въ томъ и другомъ, показывало бы различную способность притягивать нѣкоторыя вещества съ большей или меньшей энергіей, хотя количественно способность эта могла бы быть одинаковою.

[2]) D-r. Falk въ работѣ своей о дезинфицирующемъ дѣйствіи почвы говоритъ, что многія наблюденія и размышленія привели его къ заключенію, что при процессахъ, совершающихся въ почвѣ, важную роль играетъ поглощеніе, т. е. механическое осажденіе или сгущеніе въ почвѣ по преимуществу бѣлковинныхъ жидкостей.

Experimentelles zur Frage der Canalisation mit Berieselung von D-r. F. Falk. Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medicin und öffentliches Sanitätswesen herausgegeben von D-r. H. Eulenberg 1878. Neue Folge XXIX Band. s. 282.

когда всѣ частицы его доходятъ до насыщенія и фильтрующаяся жидкость уже не можетъ оставлять на стѣнкахъ фильтра части растворенныхъ въ ней веществъ.

Для того, чтобы опредѣлить количество и характеръ органическаго вещества, которое удаляется такимъ образомъ прилипая просто къ матеріалу фильтра, англійская коммисія (VI отчетъ) [1]) подвергла анализу 2 порціи песка, снятаго съ фильтра въ Ливерпулѣ, изъ которыхъ одна взята была прямо изъ фильтра между тѣмъ какъ другая была только что вымыта и приготовлена для вторичнаго употребленія

	1 килограммъ песка содержалъ:		
	органичес. веществъ.	органич. углерода.	органич. азота.
Песокъ прямо взятый изъ фильтръ. .	15234 мгр.	3142 м.	387 м.
— — — послѣ промывки.	8044 „	949 „	170 „

По мнѣнію коммисіи нельзя сомнѣваться въ томъ, что маленькая часть органическаго вещества подвергается окисленію и разрушенію во время прохожденія воды черезъ песокъ. Но независимо отъ этого вышеприведенныя цифры анализа показываютъ, что тонна сухаго песка, промытаго послѣ употребленія, въ состояніи удалить изъ воды и задержать $16^1/_2$ фунтовъ перегнойныхъ составныхъ частей.

Изъ сказаннаго будетъ ясно, что періодическія очистки песка, требующія время отъ времени нанесенія чистыхъ слоевъ, кромѣ удаленія препятствія для проходящей жидкости вносятъ постоянно массу свѣжаго, не насыщеннаго загрязняющими веществами матеріала, способнаго энергически поглощать часть веществъ изъ жидкости и тѣмъ предохранять нижніе слои отъ пресыщенія. Что въ процессѣ поглощенія растворенныхъ въ водѣ и по преимуществу органическихъ веществъ играетъ не малую роль составъ воды—можно заключить изъ того, что, какъ было уже упомянуто для угля, порозныя тѣла, поглотивши одно вещество до насыщенія, могутъ удерживать еще нѣкоторыя другія вещества. Такъ какъ опредѣляемыя нами въ водѣ органическія вещества имѣютъ самый различный химическій составъ, а составъ этотъ въ водѣ крайне измѣнчивъ, то роль воды изъ сказаннаго понятна сама собою.

Если поглощательная способность песка, какъ видно изъ опытовъ Witt'а, послѣ 10-дневнаго дѣйствія фильтра приблизительно вдвое слабѣе, чѣмъ въ углѣ, то, зная условія, отъ которыхъ она зависитъ, мы, выполняя ихъ, можемъ тѣмъ самымъ и увеличить водоочищающее дѣйствіе песка. Что это въ значительной мѣрѣ легко достижимо на практикѣ—видно изъ приводимыхъ ниже таблицъ анализовъ воды до и послѣ фильтраціи черезъ песочные фильтры различныхъ лондонскихъ и германскихъ водопроводныхъ обществъ.

---

[1]) Приведено у Grahn'а и Meyer'а, стр. 108 и Ficher'а: Die chem. Techn. des Wass., стр. 193.

Таблица А.

Анализы воды до и послѣ фильтраціи черезъ песокъ W. Hartenstein'a [1]) и Reichardt'a [2]).

На милліонъ частей воды найдено частей.	Родъ воды.	Дортмундъ. (Шверте). Maximum.	Дортмундъ. Minimum.	Дортмундъ. Среднее.	Виттенъ. Maximum.	Виттенъ. Minimum.	Виттенъ. Среднее.	Бохумъ. (Гаттингенъ). Maximum.	Бохумъ. Minimum.	Бохумъ. Среднее.	Гельзенкирхенъ. (Штееле). Maximum.	Гельзенкирхенъ. Minimum.	Гельзенкирхенъ. Среднее.	Эссенъ. (Шпиденбургъ). Maximum.	Эссенъ. Minimum.	Эссенъ. Среднее.	А. Круппъ. (Бреденеи). Maximum.	А. Круппъ. Minimum.	А. Круппъ. Среднее.	Гамбургъ.
1) Остатка отъ выпариванья при 135° Ц.	рѣчная вода.	179	101	144	160.2	89	135.5	199	98	151.2	202	102	154.5	223	114	181.5	186,4	112	163.1	270
	фильтр. „	168	109	140	151.2	95	130,5	203	122	174,8	220	171,9	205	222	113	181	179	108	158.9	225
2) Органическихъ веществъ	рѣчная вода.	51.2	38	41,5	44.8	33.6	39.1	44.2	27.2	36,5	41.6	27.2	35.2	41.6	30.4	35.6	41.3	35.2	38.9	174.5
	фильтр. „	33.7	20,8	27,3	34.9	22.4	28.2	25.6	13.7	21,4	27.2	16	21	30 4	23	27	28.8	23	26.2	80
3) Извести и магнезіи	рѣчная вода.	59.2	34,5	48.6	54.8	33.2	44.6	54.9	33.1	44	59.6	33.2	48.8	53.5	33.9	46.4	60.9	33.2	50.2	74.3
	фильтр. „	58	34	48	55.1	33.8	43.3	67.9	36.4	48.4	74.8	55,1	65	54.5	34	46.7	60.4	33.7	50.4	57.7 [2])
4) Хлора	рѣчная вода.	31.9	20,3	27.2	32.7	20.6	26,6	30.5	20.6	26,1	35.5	21.3	29.3	53.9	23.4	40.6	44.2	22.6	33.3	29.7
	фильтр. „	32.1	20.6	27.5	33.7	20.6	27.2	31.3	20.6	26.9	35.8	28.4	32	55,9	23.4	42.3	44.7	22.7	33.5	18.5
5) Азотной кислоты	рѣчная вода.	1.70	едва	слѣды.	1.70	едва	слѣды	1.71	едва	слѣды.	1.68	едва	слѣды.	1.72	едва	слѣды.	1.75	едва	слѣды.	слѣды.
	фильтр. „	1.73			1.69			1.77			1.68			1.74			1.75			—
6) Сѣрной кислоты	рѣчная вода.	22	9.2	15	28	9.6	17.5	30	13.9	19,5	36	16.6	22.8	35.8	19.8	24	34	21.2	25.8	24
	фильтр. „	18.9	9	12.5	28	9.8	17.3	41	26.6	34.5	62	40.5	50.9	36	19.8	24.4	36	24.7	28.2	27.5
7) Общей жесткости (французскіе градусы)	рѣчная вода.	11.8	6.2	9.3	11.4	6	9	11.1	6	9	11.4	6	9.2	11.6	6.1	9.6	11.8	6	9.6	13.78
	фильтр. „	11.5	6,2	9.4	11.6	6.1	9.2	13.2	6,7	10.5	14.4	10.5	12.4	11.4	6.2	9.5	11.7	6.1	9,5	10.92
8) Температура. Градусы Цельзія.	рѣчная вода.	18	6	—	18.5	7.5	—	19	6,5	—	19	7.5	—	19.5	7.5	—	20	8	—	—
	фильтр. „	20	10	—	17	6.5	—	18	9.5	—	16	8	—	21.5	7,5	—	17	8	—	—

Прибавленіе къ табл. А. При фильтраціи пескомъ было задержано растворенныхъ органическихъ веществъ:

	Minimum.	Maximum.
Дортмундъ,	34,2%	45,3%
Виттенъ	22,1 „	33,3 „
Бохумъ	41,4 „	49,6 „
Гельзенкирхенъ	34,6 „	41,2 „
Эссенъ	24,2 „	27 „
А. Круппъ	30,3 „	34,7 „
Гамбургъ	54,2%	

[1]) Таблица эта, кромѣ анализовъ воды Эльбы въ Гамбургѣ, приведена въ сочиненіи Grahn'a и Meyer'a, стр. 116 и 117. Цифры выведены изъ 4-хъ анализовъ. Порціи воды взяты были 3-го октября и 19 ноября 1873 года, и 27 марта и 1 іюля 1874 года.

[2]) Анализы воды Эльбы въ Гамбургѣ до и послѣ фильтраціи взяты у Reichardt'a стр. 25. Вода взята въ ноябрѣ 1870 года.

Таблица Б.

Анализы воды рѣкъ Темзы и Ли до и послѣ ея фильтраціи, произведенные Letheby, Odling'омъ и Abel'емъ [1]).

На милліонъ частей воды найдено частей.	Thames Companies.		New River.		East London.
	До фильтраціи.	Послѣ фильтраціи.	До фильтраціи.	Послѣ фильтраціи.	До фильтраціи.	Послѣ фильтраціи.
Растворенныхъ веществъ	279,5	278,2	320	307,8	356,2	348
въ нихъ органическаго или животнаго происхожденія .	18	13,9	10	8	13	4,28
Суспендированныхъ веществъ	11,8	0,48	3,44	1,35	8	0,67
въ нихъ органическаго или животнаго происхожденія .	2,47	0,07	0,47	0,2	0,64	0,328
Жесткость (франц. градусы) до кипяченія	20,59	19,02	22,16	19,3	20,59	20,02
„ „ послѣ кипяченія	7,98	6,58	6	5,72	7,15	7,15
Растворенного кислорода (по вѣсу)	11,87	11,78	12,94	12,94	12,72	10,74
Кислорода, потребовавшагося для окисленія органическихъ и другихъ веществъ	2,08	1,91	1,64	0,98	1,28	1,35
Амміака	0,0428	0,0285	0,0142	0,0142	0,057	0,0428

Приложеніе къ таблицѣ Б.

При фильтраціи пескомъ было задержано органическихъ веществъ:

	растворенныхъ.	взвѣшенныхъ.
Thames Companies	22,8%	97,2%
New River	20%	57,5%
East London	67,1%	48,8%

[1]) Таблица приведена у Humber'a н. с. стр. 139.

Таблица В.

Анализы воды до и послѣ фильтраціи изъ VI отчета Rivers Pollution Commission, London 1874 [1]).

На милліонъ частей воды найдено частей.	Ливергуль, вода Rivington Pike 4 іюня 1869 года.		Вода Wear выше Durham 5 октября 1870 г.		Tees выше Middlesborough 6 октября 1870 г.	
	До фильтраціи.	Послѣ фильтраціи.	До фильтраціи.	Послѣ фильтраціи.	До фильтраціи.	Послѣ фильтраціи.
Остатка отъ выпариванія	84,8	96,6	495,6	545	179,2	172,4
Органическаго углерода	2,43	2,10	1,66	0,82	1,83	1,80
Органическаго азота	0,31	0,29	0,30	0,20	0,20	0,13
Амміака	0,04	0,02	0,1	—	—	0,01
Азота въ формѣ нитратовъ и нитритовъ	—	—	—	0,41	—	—
Хлора	15,3	15,3	46	48,5	9,5	9
Жесткость { устранимая	0,1	0,3	11,3	11,6	10,4	8,6
Жесткость { постоянная	3,6	3,7	10,9	13,4	3,0	3,7
Жесткость { общая	3,7	4,0	22,2	25,0	13,4	12,3
Примѣчанія:	слегка мутна	прозрачна	слегка мутна	слегка мутна	слегка мутна	прозрачна

Приложеніе къ таблицѣ В.

При фильтраціи пескомъ было задержано растворенныхъ органическихъ веществъ:

Изъ воды Rivington Pike	12,8%
„ „ Wear	48 „
„ „ Tees	36,3 „

[1]) Приведено у Grahn'a и Meyer'a, н. с. стр. 106.

Таблица Г.

Анализы воды до и послѣ фильтраціи изъ VI отчета англійской коммисіи [1]).

НАЗВАНІЕ ЛОНДОНСКИХЪ ВОДОПРОВОДНЫХЪ ОБЩЕСТВЪ.	НА МИЛЛІОНЪ ЧАСТЕЙ ВОДЫ НАЙДЕНО ЧАСТЕЙ.										ВЪ СЕНТИМЕТРАХЪ.		
	Общаго остатка.	Органическ. углерода.	Органическ. азота.	Аммiака.	Азота въ формѣ нитратовъ и нитритовъ.	Хлора.	Общей жесткости (фран.).	Устранимой жесткости.	Примѣчанія.	Толщина фильтрующ. слоевъ.	Въ немъ песка.	Скорость теченія (въ часъ).
W. Middlesex, вода р. Темзы 7 февраля 1873 года	298	2,76	0,53	0,09	3,46	18	21,8	15,2	мутна	152	89	10
та же вода послѣ отстаиванія	312	2,09	0,71	0,05	3,29	18	23,3	15,4	слегка мутна	—	—	—
„ „ „ фильтраціи	306	1,98	0,43	0,01	3,35	18	22,1	14,7	прозрачна	—	—	—
Gr. Junction, вода р. Темзы 3 февраля 1873 года	318	2,46	0,33	0,05	3,55	18	24,5	17,9	слегка мутна	167	76	7
та же вода послѣ отстаиванія	314	2,62	0,42	0,04	3,56	18	23,6	18,9	„	—	—	—
„ „ „ фильтраціи	307	2,31	0,32	0,01	3,45	17	23,3	17,6	прозрачна	—	—	—
S. u. Vauxhall, вода р. Темзы 31 января 1873 года	318	2,85	0,50	0,02	3,31	18	23,6	18,5	слегка мутна	198	91	10
та же вода послѣ отстаиванія	320	3,21	0,63	0,01	3,17	18	23,3	15,0	мутна	—	—	—
„ „ „ фильтраціи въ Hampton	316	2,73	0,42	0	2,86	18	23,3	17,7	прозрачна	—	—	—
вода р. Темзы 5 февраля 1873 года	321	2,24	0,42	0,03	3,75	18	23,9	18,9	слегка мутна	—	—	—
та же вода послѣ отстаиванія	318	2,39	0,47	0,05	3,48	18	23,6	18,3	„	—	—	—
„ „ „ фильтраціи въ Battersea	309	2,26	0,35	0,01	3,15	18	24,2	18,6	прозрачна	—	—	—
Lambeth, вода р. Темзы 31 января 1873 года	314	3,25	0,76	0,03	3,12	18	23,9	18,3	мутна	213	91	25
та же вода послѣ отстаиванія	321	2,73	0,67	0,04	3,48	18	23,6	18,5	слегка мутна	—	—	—
„ „ „ фильтраціи	327	2,58	0,38	0,01	3,61	18	23,6	17,9	прозрачна	—	—	—
Chelsea, та же вода послѣ фильтраціи	311	2,58	0,32	0	3,07	17	22,7	17,0	„	244	100	15
вода New River: послѣ отстаиванія 27 янв. 1873 г.	320	3,30	0,61	0,04	3,39	17	24,2	16,9	мутна	161	70	10 до 13
та же вода послѣ фильтраціи	316	2,42	0,43	0	3,34	17	23,6	15,9	прозрачна	—	—	—
East London, вода р. Ли послѣ отстаиванія	347	3,63	0,82	0,04	3,11	19	23,6	16,6	мутна	106	61	7
та же вода послѣ фильтраціи	347	3,05	0,41	0,01	3,14	19	24,2	17,1	прозрачна	—	—	—

[1]) Таблица приведена у Ficher'a. Die chem. Techn. d. W. и. с. стр. 192.

Прибавленіе къ таблицѣ Г.

	При фильтраціи пескомъ было задержано растворенныхъ органическ. веществъ.	Вода послѣ фильтраціи въ сравн. съ водой изъ рѣки потеряла растворенныхъ органическ. веществъ.
W. Middlesex	14%	26,8% [2])
Gr. Junction	13,5%	5,8%
S. u. Vauxhall	18%	6%
„ „	8,8%	1,9%
Lambeth	13%	26,2%

[2]) Отдѣльно для органическаго азота цифры для W. Middlesex будутъ 39,5% 18,9%.

Таблица D.

Анализы воды Темзы до и послѣ фильтраціи ея песочными фильтрами общества „Chelsea“ въ Лондонѣ отъ 12-го сентября и 29 декабря 1855 года и 10-го марта 1856 года прозведенные Witt'омъ [1]).

	Фильтромъ было задержано, 12 Сент.	29 Дек.	10 Марта.
Изъ общаго остатка, включая и взвѣшенныя вещества	36,98%	24,24%	58,90%
Изъ органическихъ веществъ. .	45,63%	20,46%	66,66%
Изъ общаго минеральнаго остатка.	36,82%	23,47%	58,29%
Изъ взвѣшенныхъ минеральныхъ веществъ	100%	80,50%	92,10%
Изъ растворенныхъ минеральныхъ веществъ	15,69%	5,42%	15,04%

Изъ приведенныхъ таблицъ видно, что при фильтраціи черезъ песокъ въ большихъ размѣрахъ мы значительно можемъ улучшить воду, отнимая у нея органическія вещества. Вода можетъ быть лишена около половины растворенныхъ въ ней органическихъ веществъ, какъ это видно въ фильтрахъ East London, Durhamm, Гамбурга, Бохума, Дортмунда и др., и всѣхъ взвѣшенныхъ веществъ, какъ видно изъ анализа Witt'а 12-го сент. 1855 года надъ водою Темзы, фильтрованной обществомъ Chelsea.

Если достигаемые на практикѣ въ этомъ отношеніи результаты очень разнообразны, а подчасъ ничтожны, то это зависитъ конечно не отъ невозможности улучшить воду этимъ путемъ, а отъ неправильнаго употребленія метода фильтраціи и плохого соблюденія условій, безъ которыхъ не мыслимъ хорошій результатъ.

Проглядывая таблицу Г. и прибавленіе къ ней, нельзя не обратить вниманія на тѣ измѣненія, которыя претерпѣваетъ вода во время стоянія въ осадочныхъ бассейнахъ. Лишаясь значительнаго количества взвѣшенныхъ веществъ, она тѣмъ не менѣе становится иногда богаче растворенными органическими веществами. Слѣдовательно, освобождая во время фильтраціи верхніе слои песка отъ грубаго загрязненія и облегчая тѣмъ само производство (требуя рѣже снятія верхняго слоя), она въ то же время

[1]) Фильтръ состоялъ изъ волнообразныхъ слоевъ слѣдующихъ веществъ, идя сверху къ низу: мелкій песокъ 0,76 м., крупный песокъ 0,3 м., раковины 0,152 м., мелкій гравій 0,076, крупный гравій 0,986 м. Глубина воды надъ фильтромъ равнялась 1,37 м. Количество протекающей воды въ часъ 0,3 м. Journal für praktische Chemie. Siebzigster Band 1857 г. стр. 136.

даетъ большую работу всѣмъ слоямъ фильтра, быстрѣе ведетъ его такимъ образомъ до полнаго загрязнязненія и при той же работѣ фильтра, т. е. при одинаковомъ задержаніи мельчайшихъ и растворенныхъ органическихъ веществъ, даетъ воду далеко не такою, какою она могла бы быть безъ предварительнаго ея ухудшенія въ осадочныхъ бассейнахъ. Вотъ почему мы высказали выше, что фильтрація воды безъ предварительнаго ея отстаиванья (конечно гдѣ это возможно) предпочтительнѣе.

Кромѣ описаннаго нами задержанія въ порахъ фильтра загрязняющихъ веществъ воды, задержанія, имѣющаго для каждаго вещества свои предѣлы, во время фильтраціи замѣчается и другой процессъ, о которомъ мы уже упомянули, приводя мнѣніе англійской коммисіи. Это другое дѣйствіе фильтра, посредствомъ котораго нѣкоторыя вещества разрушаются, или вѣрнѣе превращаются въ новыя соединенія, несомнѣнно химическое.

Если примѣси, удаленныя изъ воды путемъ прилипанія, могутъ быть снова собраны при помощи извѣстныхъ средствъ, то это является не возможнымъ при втораго рода вліяніи фильтра, такъ какъ задержанныя имъ вещества въ этомъ случаѣ являются въ совершенно новыхъ соединеніяхъ.

Подобное дѣйствіе обусловливается по преимуществу процессами окисленія и играетъ главную роль при очищеніи загрязненныхъ водъ почвою, во время просачиванья воды въ глубину, откуда она и является уже очищенною источниковою водою. Чтобы лучше ознакомиться съ совершающимся здѣсь процессомъ и условіями, при которыхъ онъ является наиболѣе выраженнымъ, мы приводимъ выдержку изъ 1-го отчета англійской коммисіи, учрежденной въ 1868 году.

Англійской коммисіей [1]) былъ предпринятъ цѣлый рядъ опытовъ для опредѣленія: во 1) какой матеріалъ наиболѣе годенъ для фильтраціи; во 2) какое количество канальной воды можетъ быть успѣшно очищено 1 куб. ярдомъ матеріала, и въ 3) какъ цѣлесообразнѣе устроить фильтрацію [2]).

Для этой цѣли фильтрущіе матеріалы клались въ стеклянныя трубки длиною въ 16′, діаметромъ въ 2″ и стеклянные цилиндры длиною въ 6′ и діаметр. въ 1′.

Первый рядъ опытовъ производился въ двухъ длинныхъ трубкахъ, изъ которыхъ одна была наполнена пескомъ (scharfen Kieselsand), а дру-

[1]) Reinigung und Entwässerung Berlins. Anhang I. First Report of the Commissioners, appointed in 1868, to inquire into the best Means of preventing the Pollution of Rivers, übersetzt von Dr. O. Reich. Berlin 1871, стр. 113. Reinigung des Kanalwassers durch Filtration.

[2]) Опыты эти относятся къ очищенію канальной воды, а не воды для питья.

гая смѣсью изъ равныхъ частей песка и крупно истолченнаго мѣла. Лондонская канальная вода, взятая у устья Regent Street и Victoria Street—Kanals въ Scotland Jard, постоянно пропускалась черезъ одну изъ этихъ трубокъ снизу вверхъ такимъ образомъ, что доступъ воздуха былъ исключенъ. Затѣмъ вода профильтровывалась въ обѣихъ трубкахъ сверху внизъ, [1]) причемъ время отъ времени наливалось новое ея количество такъ, что воздухъ долженъ былъ слѣдовать за каждой порціей канальной воды. Стекающая вода разъ въ недѣлю подвергалась анализу. Приводимъ таблицы, показывающія результаты этихъ опытовъ.

Восходящая фильтрація лондонской канальной воды черезъ 15 футовой слой песка.

Въ 24 часа профильтровывалось 3,6 галлона черезъ 1 куб. ярдъ (около 37 куб. дюймовъ воды черезъ 1 куб. футъ фильтрующаго матеріала).

ОБРАЗЦЫ ВОДЫ.	Общее содержаніе растворенныхъ составныхъ частей.	Органическаго углерода.	Органическаго азота.	Амміака.	Азота въ формѣ нитратовъ и нитритовъ.	Общее содержаніе химически связаннаго азота.
Средній составъ канальной воды до фильтраціи	**645**	**43,86**	**24,84**	**55,57**	**0**	**70,60**
Вода профильтровавшаяся:						
до 11 октября 1868 года . .	760	37,45	11,49	31,70	17,88	55,48
„ 19 „ „ „ . .	695	31,61	8,56	40,80	2,36	44,52
„ 25 „ „ „ . .	720	29,12	9,61	37,50	2,70	43,19
„ 1 ноября „ „ . .	891	43,59	20,17	52,76	0	63,62
„ 8 „ „ „ . .	950	36,08	21,77	60,37	0	71,48
„ 15 „ „ „ . .	785	26,60	14,33	56,91	0	61,19
„ 22 „ „ „ . .	835	21,62	12,01	45,24	0	49,27

[1]) Опыты производились съ матеріаломъ уже употребленнымъ въ 1-мъ опытѣ.

Нисходящая фильтрація лондонской канальной воды черезъ 15 футовой слой песка.

ОБРАЗЦЫ ВОДЫ.	Общее содержаніе растворенныхъ составныхъ частей.	Органическаго углерода.	Органическаго азота.	Амміака.	Азота въ формѣ нитратовъ и нитритовъ.	Общее содержаніе химически связаннаго азота.
Средній составъ канальной воды до фильтраціи [1])	**645**	**43,86**	**24,84**	**55,57**	**0**	**70,60**
Въ 24 часа профильтровывалось 2,8 галл. черезъ 1 куб. ярдъ (28,8 куб. дюйма черезъ 1 куб. футъ).						
Вода профильтровавшаяся:						
до 21 декабря 1868 года . .	828	9,93	1,87	0,30	32,27	34,39
„ 28 „ „ „ . .	881	8,49	1,66	0,22	44,68	46,52
„ 4 января 1869 „ . .	852	8,93	1,40	0,13	44,89	46,39
„ 11 „ „ „ . .	911	10,13	1,10	0,20	48,30	49,56
„ 18 „ „ „ . .	770	8,54	1,79	0,20	45,54	47,49
Въ 24 часа профильтровывалось 4,2 галл. черезъ 1 куб. ярдъ (43,2 куб. дюйма черезъ 1 куб. футъ).						
Вода профильтровавшаяся:						
до 25 января 1869 года . .	602	9,36	1,40	0,12	22,65	24,15
„ 1 февраля „ „ . .	863	7,66	0,78	0,25	51,05	52,04
„ 8 „ „ „ . .	942	8,92	1,02	0,20	51,55	52,73
„ 15 „ „ „ . .	806	13,11	0,89	0,15	41,56	42,57
Въ 24 часа профильтровывалось 5,6 галл. черезъ 1 куб. ярдъ (57,5 куб. дюйма черезъ 1 куб. футъ).						
Вода профильтровавшаяся:						
до 22 февраля 1869 года . .	699	8,27	1,10	0,15	36,17	37,39
„ 1 марта „ „ . .	868	7,11	0,78	0,10	47,27	48,13
„ 8 „ „ „ . .	791	6,64	1,36	0,12	34,31	35,77
Въ 24 часа профильтровывалось 11,2 галлона черезъ 1 куб. ярдъ (115,1 куб. дюйма черезъ 1 куб. футъ).						
Вода профильтровавшаяся:						
до 15 марта 1869 года . .	700	12,61	5,22	16,80	28,41	47,46
„ 22 „ „ „ . .	564	5,37	1,07	0,64	24,84	26,44
„ 30 „ „ „ . .	760	20,70	20,96	47,90	0,35	60,76
„ 5 апрѣля „ „ . .	707	19,48	10,41	31,95	8,12	44,84

[1]) Цифры показываютъ среднюю величину, выведенную изъ 21 анализа канальной воды.

Нисходящая фильтрація лондонской канальной воды черезъ 15 футовой слой песка и мѣла.

ОБРАЗЦЫ ВОДЫ.	Общее содержаніе растворенныхъ составныхъ частей.	Органическаго углерода.	Органическаго азота.	Аммiака.	Азота въ формѣ нитратовъ и нитритовъ.	Общее содержаніе химически связаннаго азота.
Средній составъ канальной воды до фильтраціи	**645**	**43,86**	**24,84**	**55,57**	**0**	**70,60**
Въ 24 часа профильтровывалось 2,8 галл. черезъ 1 куб. ярдъ (28,8 куб. дюйма черезъ 1 куб. футъ).						
Вода профильтровавшаяся:						
до 21 декабря 1868 года . .	1016	7,20	1,64	0,42	49,80	51,79
„ 28 „ „ „ . .	998	7,05	1,79	0,37	41,65	43,75
„ 4 января 1869 „ . .	1016	8,25	1,09	0,30	39,34	40,68
„ 11 „ „ „ . .	1000	6,97	1,02	0,35	41,03	42,34
„ 18 „ „ „ . .	898	7,36	1,36	1,00	26,58	28,76
Въ 24 часа профильтровывалось 4,2 галл. черезъ 1 куб. ярдъ (43,2 куб. дюйма черезъ 1 куб. футъ).						
Вода профильтровавшаяся:						
до 25 января 1869 года. . .	892	7,40	—	0,27	32,95	—
„ 1 февраля „ „ . .	869	7,42	0,98	0,25	39,27	40,46
„ 8 „ „ „ . .	1035	8,28	0,91	0,40	44,30	45,54
„ 15 „ „ „ . .	1058	9,76	0,85	0,35	38,43	39,57
Въ 24 часа профильтровывалось 5,6 галл. черезъ 1 куб. ярдъ (57,5 куб. дюйма черезъ 1 куб. футъ).						
Вода профильтровавшаяся:						
до 22 февраля 1869 года . .	850	5,18	0,93	0,20	31,17	32,26
„ 1 марта „ „ . .	1029	6,87	1,03	0,17	35,85	37,02
„ 8 „ „ „ . .	961	5,41	0,80	0,10	37,33	38,21

Результаты опытовъ показываютъ, что восходящая фильтрація черезъ песокъ не въ состояніи освободить канальную воду отъ растворенныхъ въ ней сомнительныхъ веществъ, и что окисленіе азота, т. е. образованіе нитритовъ и нитратовъ, произошло настолько, насколько поры песка еще содержали воздухъ, наполнявшій ихъ до начала опыта. Что же касается нисходящей перемежающейся фильтраціи, какъ черезъ одинъ песокъ, такъ и черезъ смѣсь песка и мѣла, то результаты ея по очищенію канальной воды очень удовлетворительны, но только въ томъ

случаѣ, когда количество воды, проходящей въ 24 часа черезъ 1 куб. ярдъ фильтрующаго матеріала, не превышаетъ 5,6 галлона (57,5 куб. дюйма воды черезъ 1 куб. футъ фильтр. матеріала). Если фильтрація происходитъ вдвое быстрѣе, т. е. если количество фильтрующейся канальной воды доходитъ до 11,2 галл. черезъ куб. ярдъ въ 24 часа (115,1 куб. дюйма черезъ 1 куб. футъ), то очищеніе дѣлается невѣрнымъ и несовершеннымъ. Далѣе опыты эти показываютъ, что процессъ очищенія есть преимущественно процессъ окисленія, такъ какъ органическія вещества большею частью переводятся въ угольную кислоту, воду и азотную кислоту. Отсюда понятна необходимость постояннаго притока воздуха къ фильтрующей средѣ; достигается же это нисходящей перемежающейся фильтраціей и совершенно исключается восходящей. Фильтруя канальную воду въ количествѣ 5,6 галлона черезъ куб. ярдъ ежедневно, коммисія получала всѣ пробы настолько очищенными, что ихъ можно было бы спустить въ рѣки, причемъ незамѣтно было бы загрязненія этихъ послѣднихъ. Разведенная стекающая вода представлялась прозрачной, почти или совершенно безцвѣтной, блестящей. Рѣка, въ которую вливалась бы подобная очищенная канальная вода, не могла бы служить развѣ только источникомъ для питья.

Дальнѣйшія изслѣдованія производились коммисіей надъ различными видами почвы. Для этого въ стеклянныя трубы длиною въ 6 футовъ и $10^1/_4$ дюйма въ діаметрѣ помѣщался пробный слой почвы въ 5 фут., каждое утро и вечеръ поливавшійся канальной водой. Стекавшій фильтратъ изслѣдовался 1 разъ въ недѣлю.

Первая изслѣдованная почва была порозный гравій съ поля Beddington близъ Croydon, которое подвергалось орошенію впродолженіи 5 лѣтъ. Почва, высушенная при 100% С., послѣ выдѣленія 7,45% камней, показала слѣдующій составъ:

Нерастворимый остатокъ (содержащій:

93,21% кремнезема
3,97% глинозема
0,8% желѣза (iron)
0,41% извести) 87,90%

Кремнезема	0,65%
Окиси желѣза.	0,23%
Глинозема	0,78%
Извести	1,79%
Фосфорной кислоты	слѣды.
Угольной кислоты	1,80%
Аммiака	0,0079%
Органическаго углерода	1,235%
Органическаго азота.	0,122%
Азота въ формѣ нитратовъ и нитритовъ	0,0056%
Потери при прокаливаньѣ	5,99%

Надъ почвой помѣщался слой песка.

Еженедѣльные анализы стекающей воды дали слѣдующіе результаты:

Нисходящая фильтрація лондонской канальной воды черезъ почву Beddington.

ОБРАЗЦЫ ВОДЫ.	Общее содержаніе растворенныхъ составныхъ частей.	Органическаго углерода.	Органическаго азота.	Аммiака.	Азота въ формѣ нитратовъ и нитритовъ.	Общее содержаніе химически связаннаго азота.	Хлора.
Средній составъ канальной воды до фильтраціи	**645**	**43,86**	**24,84**	**55,57**	**0**	**70,60**	**104**
Въ 24 часа профильтровывалось 3,8 галл. черезъ 1 куб. ярдъ (39 куб. дюйма черезъ 1 куб. футъ). Вода профильтровавшаяся:							
до 14 декабря 1868 г. .	1067	10,27	4,68	0,16	38,02	42,83	99,3
„ 21 „ „ .	1350	9,84	3,76	0,10	45,67	49,51	104,2
„ 28 „ „ .	1250	7,71	1,11	0,07	45,20	46,37	104,2
„ 4 января 1869 г. .	1193	8,00	1,48	0,15	39,60	41,20	94,3
„ 11 „ „ .	1332	6,72	0,93	0,15	55,27	56,32	95,3
„ 18 „ „ .	1210	5,64	0,69	0,20	51,50	52,35	88,4
„ 25 „ „ .	1101	6,49	0,97	0,05	42,17	43,18	69,5
„ 1 февраля „ .	1143	5,37	1,01	0,10	42,99	44,08	95,3
„ 8 „ „ .	1248	6,53	0,78	0,07	55,82	56,66	98,0
„ 15 „ „ .	1270	9,34	1,05	0,10	49,04	50,17	105,0
Въ 24 часа профильтровывалось 7,6 галл. черезъ 1 куб. ярдъ (78,1 куб. дюйма черезъ 1 куб. футъ). Вода профильтровавшаяся:							
до 22 февраля 1869 г. .	992	5,42	0,63	0,12	35,06	35,79	75,0
„ 1 марта „ .	1002	5,35	0,78	0,05	24,11	24,93	102,0
„ 8 „ „ .	1000	5,03	0,66	0,03	29,08	29,77	88,4
Въ началѣ опыта въ 24 часа профильтровывалось 15,2 галл. черезъ 1 куб. ярдъ (156,2 куб. дюйма черезъ 1 куб. футъ). Количество это постепенно было уменьшено до 7,6 галл. черезъ 1 куб. ярдъ (78,1 куб. дюйма черезъ 1 куб. футъ). Вода профильтровавшаяся:							
до 15 марта 1869 г. .	682	9,19	1,06	0,02	слѣды	1,08	100,6
„ 22 „ „ .	746	6,37	0,94	0,08	0	1,01	105,0
„ 30 „ „ .	799	6,46	1,16	0,06	5,03	6,24	96,5
„ 5 апрѣля „ .	951	6,18	1,03	0,06	24,45	25,53	106,0
„ 12 „ „ .	1123	5,69	1,12	0,06	60,40	61,57	102,8

Изъ этого видно, какъ быстро въ почвѣ Beddington'а происходитъ процессъ нитрификаціи (т. е. превращеніе аммiака и животныхъ органическихъ веществъ въ нитраты) и какъ совершенно очищается канальная вода, даже при фильтраціи 7,6 галлона черезъ куб. ярдъ ежедневно (78,1 куб. дюйма черезъ куб. футъ). Если же количество воды удвоивалось, то окисленіе азота прекращалось и поры почвы настолько засаривались, что не пропускали всей канальной воды, подлежащей обработкѣ и недоставало времени, необходимаго для воспринятія фильтрующимъ матеріаломъ воздуха. Въ началѣ конечно органическія вещества, которыя при другихъ условіяхъ подверглись бы окисленію, были задержаны въ почвѣ и ихъ продукты окисленія появились только мѣсяцъ спустя въ стекающей водѣ послѣ того, какъ скорость фильтраціи была замедлена. Стекающая вода представлялась постоянно прозрачною и почти безцвѣтною до тѣхъ поръ, пока профильтровывалось въ 24 часа 3,8 и 7,6 галлона черезъ куб. ярдъ (39 куб. д. и 78,1 куб. д. на 1 куб. ф.

Профильтровавшаяся канальная вода по содержанію въ ней органическаго вещества соотвѣтствовала водѣ изъ водопроводовъ, доставляемой въ Лондонѣ для домашнихъ цѣлей. Въ четырехъ случаяхъ даже канальная вода была чище послѣдней. Это ясно видно изъ сравненія стекающей воды отъ 18-го января, 22-го февраля, 1-го и 8-го марта съ водою изъ водопроводовъ, которою Лондонъ снабжался въ январѣ и февралѣ 1869 года.

Сравненіе профильтровавшейся канальной воды съ лондонскою водою для питья.

ОБРАЗЦЫ ВОДЫ.	Органическаго углерода.	Органическаго азота.
Канальная вода профильтровавшаяся до 18 янв. 1869 г.	5,64	0,69
„ „ „ „ 22 февр. „ „	5,42	0,63
„ „ „ „ 1 марта „ „	5,35	0,78
„ „ „ „ 8 „ „ „	5,03	0,66
Вода для питья, которою снабжали общества:		
Southwark . . . . . 8 янв. 1869 г.	5,15	0,80
„ . . . . . 5 февр. „ „	6,86	0,79
Chelsea . . . . . 5 „ „ „	4,75	0,67
Grand Junction . . . . . 5 „ „ „	6,07	0,68
Lambeth . . . . . 5 „ „ „	5,26	0,58

Почва, изслѣдованная затѣмъ, была легкій песокъ свѣтло-краснаго цвѣта изъ новаго краснаго песчаника въ Hambrook'ѣ (происходящаго изъ Gloucestershire). Анализъ этой почвы, произведенный послѣ пропусканія черезъ нее въ продолженіи 3-хъ мѣсяцевъ канальной воды, далъ слѣдующіе результаты:

Нерастворимый остатокъ (содержащій:

91,98% кремнезема и 7,76% окиси желѣза и глинозема)	80,86%
Растворимаго кремнезема	0,16%
Окиси желѣза	9,97%
Глинозема	1,16%
Извести	0,57%
Магнезіи	слѣды.
Угольной кислоты	0,34%
Потери при прокаливаніи	5,00%
Амміака	0,30%
Азотной кислоты	слѣды.
Воды	1,47%
	99,83%

Органическаго углерода	0,014855%
„ азота	слѣды.

Надъ почвою въ стеклянномъ цилиндрѣ не было слоя песка. Въ слѣдующей таблицѣ приведены результаты еженедѣльныхъ анализовъ стекающихъ водъ:

Нисходящая фильтрація лондонской канальной воды черезъ почву Hambrook.

ОБРАЗЦЫ ВОДЫ.	Общее содержаніе растворенныхъ составныхъ частей.	Органическаго углерода.	Органическаго азота.	Амміака.	Азота въ формѣ нитратовъ и нитритовъ.	Общее содержаніе химически связаннаго азота.	Хлора.
Средній составъ канальной воды до фильтраціи	**645**	**43,86**	**24,84**	**55,57**	**0**	**70,60**	**104**
Въ 24 часа профильтровывалось 4,2 галлона черезъ 1 куб. ярдъ (43,2 куб. дюйма черезъ 1 куб. футъ).							
Вода профильтровавшаяся:							
до 22 февраля 1869 года.	792	25,42	2,34	2,25	35,79	39,98	28
„ 1 марта „ „	880	9,39	1,37	0,20	16,64	18,17	55
„ 8 „ „ „	1075	8,71	1,00	0,62	9,67	11,18	105
„ 15 „ „ „	1195	9,01	1,26	1,19	26,36	28,59	—
„ 22 „ „ „	1239	6,87	1,21	1,49	43,40	45,84	86
„ 30 „ „ „	1149	8,11	1,06	1,22	34,69	36,75	86
„ 5 апрѣля „ „	1257	7,79	1,23	1,50	41,18	43,65	90
„ 12 „ „ „	1161	9,24	1,46	1,37	29,43	32,01	100
„ 19 „ „ „	1070	13,79	2,05	0,84	16,35	19,09	93
„ 26 „ „ „	1145	13,17	2,61	0,75	26,59	29,82	98
„ 3 мая „ „	1214	11,74	1,71	0,77	35,28	37,62	104
„ 10 „ „ „	1208	12,66	1,68	0,52	37,95	40,06	99
„ 17 „ „ „	1147	11,83	1,13	0,84	36,85	38,67	98
Въ 24 часа профильтровывалось 6,2 галлона черезъ 1 куб. ярдъ (63,7 куб. дюйма черезъ 1 куб. футъ).							
Вода профильтровавшаяся:							
до 24 мая 1869 года	1160	8,50	1,77	1,41	34,70	37,63	101
„ 31 „ „ „	1011	11,55	2,37	1,78	16,66	20,50	105

Фильтрующее дѣйствіе почвы Hambrook, предварительно не подвергавшейся, какъ почва Beddington, вліянію канальной воды, въ началѣ фильтраціи было совершенно особаго свойства: эта почва очевидно содержала въ себѣ извѣстное количество органическихъ веществъ, которыя при первой фильтраціи канальной воды промывались, чѣмъ только и возможно объяснить значительное содержаніе въ первыхъ порціяхъ стекающей воды органическаго углерода и азота въ формѣ нитратовъ и нитритовъ. Съ другой стороны большая часть хлористаго натра каналь-

ной воды задерживалась, такъ что содержаніе его въ стекающей водѣ вмѣсто первоначальныхъ 100 частей на милліонъ уменьшилось до 28 ч. Только по истеченіи 14 дней фильтрующаго дѣйствія почвы поглощеніе хлористаго натра прекращалось и количество содержащагося въ фильтрованной водѣ хлора снова увеличивалось до 105 ч. Появленіе въ стекающей чрезъ промытую уже почву водѣ небольшаго количества нитратовъ, нитритовъ и амміака одновременно съ появленіемъ въ ней очень незначительнаго количества углерода доказываетъ, что въ почвѣ Hambrook происходитъ задерживанье и связываньe органическихъ веществъ. Впослѣдствіи это дѣйствіе прекратилось, такъ какъ въ почвѣ были найдены только слѣды органическаго углерода и азота. Возможность подобнаго поглощенія и размѣры, въ которыхъ оно можетъ происходить въ подобной почвѣ, видны изъ результатовъ, полученныхъ коммисіей при дальнѣйшихъ опытахъ надъ орошаемою почвою близь Barking.

Анализъ этой почвы послѣ удаленія 9,4% камней далъ слѣдующія цифры:

Часть, нерастворимая въ кислотахъ.	Кремнезема	77,65%
	Окиси желѣза	1,58 „
	Глинозема	4,96 „
	Извести	2,68 „
Часть, растворимая въ кислотахъ.	Кремнезема	0,89 „
	Окиси желѣза	1,93 „
	Глинозема	0,93 „
	Извести	1,00 „
	Потери при прокаливаніи	5,12 „
	Воды (опредѣленной при 100°)	1,48 „
	Амміака	0,022„
		98,242„
Органическаго углерода		0,968„
„ азота		0,121„

Результаты, полученные анализомъ стекающей воды изъ стеклянного цилиндра, наполненнаго этою почвою, прикрытой слоемъ песка, приведены въ слѣдующей таблицѣ:

Нисходящая фильтрація лондонской канальной воды черезъ почву Barking.

ОБРАЗЦЫ ВОДЫ.	Общее содержаніе растворенныхъ составныхъ частей.	Органическаго углерода.	Органическаго азота.	Амміака.	Азота въ формѣ нитратовъ и нитритовъ.	Общее содержаніе химически связаннаго азота.	Хлора.
Средній составъ канальной воды до фильтраціи	**645**	**43,86**	**24,84**	**55,57**	**0**	**70,60**	**104**
Въ 24 часа профильтровывалось 3,8 галл. черезъ 1 куб. ярдъ (39 куб. дюйм. черезъ 1 куб. футъ).							
Вода профильтровавшаяся:							
до 21 декабря 1868 г.	1529	22,31	10,58	0,48	67,35	78,33	—
„ 28 „ „	884	22,62	3,20	1,56	0	4,48	—
„ 4 января 1869 г.	905	21,79	2,01	2,50	0	4,07	—
„ 11 „ „	881	22,26	2,12	3,20	0	4,75	—
„ 18 „ „	841	22,35	3,67	4,10	0	7,05	—
„ 25 „ „	897	23,87	2,97	6,42	0	8,26	—
„ 1 февраля „	852	26,90	2,97	7,90	0	9,48	—
„ 8 „ „	901	33,64	4,01	8,90	0	11,34	105
„ 15 „ „	929	34,67	5,71	15,27	0	18,29	116
„ 22 „ „	912	24,14	10,41	20,93	0	27,65	104
„ 1 марта „	888	42,06	8,97	28,48	0	32,42	93
„ 8 „ „	728	36,77	6,91	21,22	0	24,39	77

Эти весьма важные результаты показываютъ, что есть почвы, въ которыхъ окисленія азотистыхъ веществъ совсѣмъ не происходитъ, или происходитъ въ очень незначительныхъ размѣрахъ. Одною изъ такихъ является почва Barking, обладающая еще кромѣ того драгоцѣннымъ свойствомъ воспринимать большое количество плодоносныхъ веществъ канальной воды. Съ сельскохозяйственной точки зрѣнія эта поглощательная способность почвы, подвергающейся орошенію, должна быть очень цѣнима; но съ другой стороны эта способность вредитъ ей въ ея пригодности служить продолжительной очищающей средой для фильтраціи канальной воды. Если впродолженіи 12 недѣль профильтровывать ежедневно 3,8 галлона черезъ куб. ярдъ, то въ стекающей водѣ будетъ замѣчаться постоянное увеличеніе сомнительныхъ органическихъ частей и къ концу этого времени она по своему составу очень быстро начнетъ приближаться къ составу неочищенной и неизмѣненной канальной воды.

Затѣмъ производились изслѣдованія надъ почвой изъ легкой желтовато-бурой глины изъ рухляковаго камня нижней юрской формаціи

(aus dem Mergelstein der untern Juraformation) близъ Dursley въ Gloucestershire.

Прежніе опыты производились въ теплой атмосферѣ лабораторіи и почва стеклянныхъ цилиндровъ большею частью подвергалась вліянію свѣта, но теперь коммисія нашла необходимымъ исключить вліяніе свѣта и подвергнуть почву непостоянству зимней температуры. Результаты показали, что очистительная и окислительная способность почвы не утрачивается при умѣренномъ холодѣ и отсутствіи свѣта. Почва не содержала камней. Она была подвергнута анализу послѣ пропусканія черезъ нее въ теченіи 3-хъ мѣсяцевъ канальной воды.

Составъ ея оказался слѣдующій:

Часть, нерастворимая въ кислотахъ.	Кремнезема	42,89%
	Окиси желѣза и марганца	слѣды.
	Глинозема	8,69 „
Часть, растворимая въ кислотахъ.	Кремнезема	0,37 „
	Окиси желѣза	18,41 „
	Закиси желѣза	2,35 „
	Глинозема	4,19 „
	Извести	4,53 „
	Магнезіи	слѣды.
	Угольной кислоты	8,45 „
	Воды (опредѣленной при 100°)	4,76 „
	Потери отъ прокаливанья	4,55 „
		99,19 „
	Органическаго углерода	2,0755 „
	Органическаго азота и азота въ формѣ амміака	0,2922 „

Почва была помѣщена въ стеклянный цилиндръ и не была прикрыта слоемъ песка. Она поливалась лондонской канальной водою, и стекающая вода была подвергнута анализу, который далъ слѣдующіе результаты:

Нисходящая фильтрація лондонской канальной воды черезъ почву Dursley.

ОБРАЗЦЫ ВОДЫ.	Общее содержаніе растворенныхъ составныхъ частей.	Органическаго углерода.	Органическаго азота.	Амміака.	Азота въ формѣ нитратовъ и нитритовъ.	Общее содержаніе химически связаннаго азота.	Хлора.
Средній составъ канальной воды до фильтраціи	**645**	**43,86**	**24,84**	**55,57**	**0**	**70,60**	**104**
Въ 24 часа профильтровывалось 4 галлона черезъ 1 куб. ярдъ (41,1 куб. дюйм. черезъ 1 куб. футъ).							
Вода профильтровавшаяся:							
до 8 марта 1869 года.	619	4,27	1,27	0,14	18,15	19,54	58
„ 15 „ „ „	651	4,94	0,57	0,15	17,12	17,81	—
„ 22 „ „ „	—	4,46	0,95	0,12	11,33	12,38	97,5
„ 30 „ „ „	786	5,08	1,20	0,02	18,51	19,73	85,7
„ 5 апрѣля „ „	852	4,12	0,91	0,10	24,38	25,37	95,0
„ 12 „ „ „	927	4,23	0,81	0,18	34,08	35,04	98,2
„ 19 „ „ „	1030	4,55	1,06	0,13	49,71	50,88	94,2
„ 26 „ „ „	1163	4,19	0,68	0,10	81,66	82,42	97,5
„ 3 мая „ „	1204	4,86	0,72	0,15	87,39	88,23	100,7
„ 10 „ „ „	1255	4,23	1,35	0,15	75,46	76,93	100,0
„ 17 „ „ „	1203	4,69	0,56	0,16	58,70	59,39	103,7
Въ 24 часа профильтровывалось 7,5 галлона черезъ 1 куб. ярдъ (77,1 куб. дюйма черезъ 1 куб. футъ).							
Вода профильтровавшаяся:							
до 24 мая 1869 года	1110	4,93	1,36	0,16	49,75	51,24	107,5
„ 31 „ „ „	1126	4,57	1,54	0,10	48,79	50,41	101,2
Въ 24 часа профильтровывалось 9,9 галлона черезъ 1 куб. ярдъ (101,8 куб. дюйма черезъ 1 куб. футъ).							
Вода профильтровавшаяся:							
до 7 іюня 1869 года	1079	6,91	1,79	1,07	43,84	46,51	100,2
„ 14 „ „ „	1137	5,68	1,14	1,60	49,60	52,06	113,5
„ 21 „ „ „	1208	5,46	1,62	0,90	55,17	57,53	116,2
Въ 24 часа профильтровывалось 12,4 галлона черезъ 1 куб. ярдъ (127,4 куб. дюйма черезъ 1 куб. футъ).							
Вода профильтровавшаяся:							
до 28 іюня 1869 года.	1114	9,15	2,70	3,26	51,82	57,20	106,2
„ 5 іюля „ „	1089	7,92	1,74	3,22	46,28	50,67	137,6
„ 12 „ „ „	1050	8,72	2,47	1,67	40,15	44,00	132,0
„ 19 „ „ „	1084	11,26	1,80	3,83	36,34	41,29	133,0
„ 26 „ „ „	1105	12,81	3,63	5,49	30,80	38,95	132,6
„ 2 августа „ „	1051	6,76	1,30	2,25	36,85	40,00	116,0
„ 9 „ „ „	1024	11,92	3,48	5,55	30,42	38,47	136,6
„ 16 „ „ „	1001	8,38	3,36	5,40	28,39	36,20	112,0
„ 23 „ „ „	928	11,81	4,30	6,50	23,79	33,44	109,0
„ 30 „ „ „	979	8,43	2,52	4,00	25,44	31,25	109,0
„ 6 сентября „ „	839	8,85	3,36	5,87	26,28	34,47	100,0
„ 13 „ „ „	959	15,45	4,42	6,32	24,91	34,53	125,0

Изъ этихъ опытовъ видно, что почва Dursley по очистительному дѣйствію своему на канальное содержимое превосходитъ всѣ другія почвы, надъ которыми производились опыты. Между тѣмъ какъ одинъ куб. ярдъ песка или почвы Hambrook въ состояніи продолжительное время очищать не больше 4,4 галлона лондонской канальной воды (1 куб.′ почвы не болѣе 45,2 куб.″ воды), одинъ куб. ярдъ почвы Beddington переноситъ 7,6 галлона (1 куб.′ почвы 78,1 куб.″ воды), а куб. ярдъ земли Dursley до 9,9 галлона въ 24 часа (1 куб.′ почвы 101,8 куб.″ воды). Даже если профильтровывалось въ 24 часа черезъ куб. ярдъ 12,4 галлона (127,4 куб.″ черезъ куб.′), то вода теряла уже много своихъ вредныхъ примѣсей, хотя и не вполнѣ освобождалась отъ нихъ. Къ концу этого опыта, длившагося довольно долго, не было замѣчено ни пріостановки, ни уменьшенія очистительной дѣятельности почвы и стекающая вода была постоянно блестяща, безъ запаха и почти безъ цвѣта.

Очистительная способность почвы, какъ кажется, зависитъ больше отъ ея физическихъ свойствъ (отъ ея порозности, отъ величины составляющихъ ее частицъ, отъ ихъ расположенія), чѣмъ отъ химическаго состава почвы. Почвы Beddington и Barking очень близко подходятъ другъ къ другу по своему химическому составу и въ то же время совершенно различно дѣйствуютъ при фильтраціи канальной воды. Съ другой стороны чистый песокъ и почва Hambrook, почти одинаково дѣйствующіе на канальное содержимое, значительно разнятся между собою по своему химическому составу. Наконецъ почвы Hambrook и Dursley очень близко подходятъ другъ къ другу по своимъ составнымъ частямъ, но послѣдняя обладаетъ вдвое большею очистительною способностью, чѣмъ первая.

Опыты коммисіи съ фильтраціей канальной воды черезъ торфъ, проба котораго для наполненія имъ цилиндра взята была изъ Leyland Moss, близъ Preston, дали слѣдующіе результаты. Торфъ былъ взятъ съ поля сильно удобреннаго гуано и конюшеннымъ навозомъ. Анализы надъ профильтровавшейся жидкостью показываютъ, что эта обработка почвы въ первыя три недѣли опыта имѣла большое вліяніе на стекающія воды. Надъ торфомъ въ цилиндрѣ не помѣщался слой песка.

Нисходящая фильтрація лондонской канальной воды черезъ торфяную почву Leyland.

ОБРАЗЦЫ ВОДЫ.	Общее содержаніе растворенныхъ составныхъ частей.	Органическаго углерода.	Органическаго азота.	Амміака.	Азота въ формѣ нитратовъ и нитритовъ.	Общее содержаніе химически связаннаго азота.	Хлора.
Средній составъ канальной воды до фильтраціи	**645**	**43,86**	**24,84**	**55,57**	**0**	**70,60**	**104**
Въ 24 часа профильтровывалось 4 галлона черезъ 1 куб. ярдъ (41,1 куб. дюйма черезъ 1 куб. футъ).							
Вода профильтровавшаяся:							
до 31 марта 1869 года	1388	25,17	22,24	92,50	6,94	105,36	400,7
„ 7 іюня „ „	1153	25,57	—	66,67	12,25	—	328,5
„ 14 „ „ „	771	24,79	21,80	51,25	4,47	68,48	211,7
„ 21 „ „ „	438	26,00	10,87	36,31	0	40,77	136,7
„ 28 „ „ „	405	20,39	12,23	31,19	0	37,92	122,5
„ 5 іюля „ „	455	21,50	9,56	42,25	20,88	65,23	124,0
„ 12 „ „ „	578	21,34	9,81	40,00	23,72	66,47	112,0
„ 19 „ „ „	627	21,22	10,71	40,47	46,75	90,79	117,6
„ 26 „ „ „	698	20,50	12,46	40,63	41,97	87,89	129,2
„ 2 августа „ „	917	22,92	11,72	40,42	48,84	93,85	164,0
„ 9 „ „ „	647	19,72	9,31	37,77	41,19	81,60	134,0
„ 16 „ „ „	651	19,71	3,88	45,50	66,77	108,12	128,8
„ 23 „ „ „	607	15,15	3,57	31,50	43,78	73,29	132,0
„ 30 „ „ „	605	18,94	2,17	32,00	36,21	64,73	125,8
„ 6 сентябр. „ „	575	18,58	1,83	25,87	39,26	62,39	120,6

Изъ приведенныхъ результатовъ видно, что очистительное дѣйствіе торфа Lancashire на канальную воду въ первые мѣсяцы было слабо и недостаточно, но слѣдующее затѣмъ постоянное улучшеніе стекающей воды дастъ намъ право надѣяться, что этотъ матеріалъ послѣ болѣе продолжительнаго употребленія можетъ имѣть дѣйствительное очищающее дѣйствіе на канальную воду, если послѣдней будетъ профильтровываться въ 24 часа черезъ куб. ярдъ 4 галлона (41,1 куб.″ воды черезъ куб.′ торфяной земли).

Приведенные выше опыты надъ фильтраціей канальной воды черезъ различные матеріалы дѣлаютъ несомнѣннымъ, что эта вода можетъ быть очищена подобными процессами дѣйствительнымъ образомъ и что вѣроятно большая часть порозныхъ и мелкораздѣленныхъ (fein vertheilten) видовъ почвы можетъ быть употреблена съ этою цѣлью. Далѣе можетъ считаться доказаннымъ, что поры почвы не засариваются и что почва

на долгое, быть можетъ даже на безгранично долгое, время сохраняетъ свое очистительное дѣйствіе, если только не особенно обременять ее фильтрующейся водою. Почву годную для фильтраціи, цѣлесообразно и глубоко дренированную нужно было бы только сравнять по поверхности и раздѣлить на 4 равныхъ отдѣла, изъ которыхъ каждый одинъ за другимъ воспринималъ бы канальное содержимое впродолженіи 6 часовъ.

Изъ всѣмъ этихъ изслѣдованій, говоритъ коммисія, видно, что дѣйствіе фильтръ не есть чисто механическое, но что происходящій при этомъ процессъ есть въ то же время и химическій.

Очищеніе канальной воды, достигаемое фильтраціей, состоитъ въ выдѣленіи взвѣшенныхъ веществъ и въ превращеніи растворенныхъ органическихъ веществъ въ безвредныя неорганическія соединенія, т. е. въ аммiакъ, азотисто и азотно-кислыя соли.

Мы съ такою подробностью коснулись опытовъ, произведенныхъ съ фильтраціей канальной воды англійской коммисіей, потому, что въ нихъ рѣзко выступаетъ занимающій насъ химическій процессъ. Изъ этихъ опытовъ мы уже видѣли, что не только различныя почвы, но при извѣстныхъ условіяхъ и песокъ обладаетъ способностью задерживать и химически превращать задержанныя въ порахъ его вещества. Теперь разсмотримъ вкратцѣ условія, наиболѣе способствующія такому превращенію, по скольку они касаются азотистыхъ органическихъ веществъ.

Уже Boussingault, изслѣдуя составъ почвы въ мѣстахъ появленія залежей селитры, указалъ на присутствіе въ ней остатковъ скалъ полеваго шпата, которые, благодаря содержанію въ нихъ кали, могутъ оказывать вліяніе на образованіе селитры [1]). Millon также считаетъ необходимымъ условіемъ быстраго образованія селитры присутствіе углекислыхъ щелочей или еще лучше смѣсь этихъ послѣднихъ съ щелочными землями [2]). Fittbogen [3]), изслѣдуя измѣненія, которымъ подвергается органическій азотъ болотистой почвы подъ вліяніемъ различныхъ удобрительныхъ веществъ, опредѣлилъ количественно это вліяніе. Оказалось, что maximum образованія азотной кислоты происходитъ въ присутствіи углекислаго кали, затѣмъ слѣдуютъ въ нисходящемъ порядкѣ: углекислый кальцій, жженая известь и жженая магнезія; minimum же получался въ присутствіи кварцеваго песка, свободнаго отъ извести.

Опыты, сдѣланные J. Soyka [4]) надъ способностью почвы при различныхъ условіяхъ производить нитрификацію, причемъ имъ употребля-

[1]) Comptes rendus., т. LIX, стр. 218. Приведено въ ниже цитируемой статьѣ D-r J. Soyka, стр. 451.

[2]) Comptes rendus т. XLI, приведено у J, Soyka, стр. 451.

[3]) Landw. Jahrb. 1874, приведено у J. Soyka, стр. 451.

[4]) Zeitschrift für Biologie von L. Buhl, M. v. Pettenkofer. C. Voit. Vierzehnter Band. München, 1878, стр. 449. Ueber den Einfluss des Bodens auf die Zersetzung organischer Substanzen von Dr. J. Soyka.

лась мюнхенская почва, состоящая большею частью изъ углекислой извести, привели его къ заключенію, что нитрификація въ почвѣ могла происходить, хотя нѣсколько позднѣе, и безъ этихъ химическихъ условій. Взяты были три стеклянныхъ трубки, изъ которыхъ одна была наполнена осколками стекла, приблизительно одинаковой величины, другая—хорошо промытой и вполнѣ прокаленной почвой и третья—непрокаленной почвой. Содержимое каждой изъ трехъ трубокъ ежедневно поливалось одною и тою же пробою мочи и фильтратъ изслѣдовался на азотную кислоту.

Опытъ показалъ, что способность нитрификаціи нельзя приписать извести, такъ какъ прокаленная известь дѣйствуетъ одинаково со стекломъ. Эти результаты находятся въ полномъ согласіи съ результатами, добытыми англійскими изслѣдованіями, такъ какъ въ послѣднихъ при обработкѣ канальной воды гидратомъ извести нельзя было достигнуть превращенія амміака въ азотную кислоту.

Разсматривая условія, необходимыя для процесса нитрификаціи въ почвѣ, Soyka къ самымъ важнымъ изъ нихъ относитъ присутствіе въ почвѣ до сихъ поръ еще мало изолированныхъ органическихъ примѣсей, представляющихъ значительныя затрудненія по опредѣленію ихъ природы. За органическій характеръ этихъ примѣсей говорятъ опыты Schlösing'a и Müntz'a [1]). Эти изслѣдователи показали, что если подвергать прокаливанью почву, способную къ нитрификаціи, то она теряетъ эту способность, такъ что при тщательномъ устраненіи всей органической пыли изъ воздуха нитрификація не наступаетъ. Аналогичные опыты, произведенные Soyka, подтвердили тотъ фактъ, что прокаливаніе почвы лишаетъ ее способности дѣйствовать въ качествѣ нитрификатора; при свободномъ же доступѣ воздуха начало нитрификаціи можетъ быть по крайней мѣрѣ отдалено на довольно значительное время, и въ случаѣ образованія нитритовъ и нитратовъ количество ихъ значительно меньше, чѣмъ при другихъ условіяхъ. Приведенные анализы Soyka ясно показываютъ, что почва, не смотря на быстро проявляющуюся въ ней способность къ нитрифакаціи, послѣ прокаливанья вліяетъ на фильтрующуюся жидкость не иначе, чѣмъ любое порозное тѣло вообще, напр. осколки стекла. Для доказательства того, что органическія вещества, способствующія нитрификаціи, находятся въ почвѣ, а не берутся изъ воздуха, притокъ воздуха къ одному цилиндру допускался черезъ слой ваты, а къ другому—прямо, и тѣмъ не менѣе нитрификація въ обоихъ наступила одновременно.

Нѣтъ никакой надобности подвергать почву такимъ значительнымъ измѣненіямъ какъ прокаливанье, чтобы доказать вліяніе органическаго вещества въ почвѣ. Чтобы лишить почву этой способности, совершенно достаточно нагрѣть почву, способную къ нитрификаціи, вмѣстѣ съ жид-

[1]) Comptes rendus T. LXXXIV p. 301; приведено въ статьѣ Soyka, стр. 469,

костью до температуры кипѣнія, тщательно предохранивъ ее предварительною закупоркою ватою отъ доступа пыли изъ воздуха. Въ опытахъ Soyka жидкость, обработанная подобнымъ образомъ, по истеченіи нѣсколькихъ мѣсяцевъ оказалась неизмѣненною и не содержащею въ себѣ даже слѣдовъ азотной и азотистой кислотъ. Что въ этихъ случаяхъ не жидкость (моча) подъ вліяніемъ кипяченія дѣлалась негодною для образованія азотной кислоты—доказывается опытами, въ которыхъ послѣ введенія непрокаленной и непрокипяченной почвы въ жидкости быстро снова появлялась нитрификація. Soyka [1]) говоритъ, что на основаніи подобныхъ опытовъ, къ которымъ онъ можетъ присоединить еще опытъ съ салициловой кислотой, также уничтожающей, или по крайней мѣрѣ отдаляющей начало нитрификаціи, нѣкоторые наблюдатели (Schlösing, Müntz и Warrington) утверждаютъ, что процесъ нитрификаціи зависитъ отъ дѣйствія органическихъ веществъ, которое сходно съ дѣйствіемъ ферментовъ; это мнѣніе въ видѣ предположенія было высказано и другими (Pasteur Al. Müller) [2]).

Первые изъ названныхъ наблюдателей приводятъ это дѣйствіе въ связь съ организованными ферментами, низшими организмами, и дѣйствительно есть наблюденія, говорящія въ пользу этого взгляда [3]). Уже Pasteur показалъ, что различные низшіе организмы обладаютъ способностью переносить кислородъ воздуха на самыя разнообразныя органическія вещества и тѣмъ содѣйствовать уничтоженію органической безжизненной матеріи, между тѣмъ какъ очень легко разлагающіяся органическія вещества оказываютъ особенное сопротивленіе кислороду, если устранить отъ нихъ вліяніе организованныхъ зародышей [4]).

Объ организованномъ характерѣ ферментовъ Schlösing и Müntz заключаютъ изъ времени, протекающаго до перваго появленія азотной кислоты, предполагая, что эти ферменты, попадая въ почву, начинаютъ дѣйствовать только послѣ развитія ихъ зародышей. Второй важный аргументъ они видятъ въ особенномъ вліяніи, которое можетъ оказать на

[1]) Названная статья, стр. 471.

[2]) На основаніи наблюденій, существующихъ до сихъ поръ, образованіе селитры такъ называемымъ мокрымъ путемъ кажется не есть простой молекулярный процессъ, но обусловливается организмами, которые встрѣчаются иногда въ колодезной водѣ и всегда въ сточной водѣ. Вѣроятно подобною же причиною можно объяснить и замѣтно быстрое уменьшеніе амміака въ сточной водѣ, что отчасти должно зависѣть и отъ выдѣленія свободнаго азота, такъ какъ эквивалентное количество азота не находится ни въ селитрѣ, ни въ органическомъ веществѣ. Al. Müller. Reinigung und Entwässerung Berlins. Heft XII, S. 615.

[3]) До сихъ поръ не нашли агента азотистаго броженія и только по аналогіи сближаютъ процессъ образованія нитратовъ съ настоящими броженіями. (Ant. Magnin) Бактеріи Д-ра Ант. Маньена, переводъ Н. Голубова подъ редакціей Д-ра В. А. Тихомирова. С.-Петербургъ 1880 г. стр. 135.

[4]) F. Falk. н. с. 1877 г. стр. 114.

эти процессы хлороформъ. Хлороформъ, какъ говорятъ, уничтожаетъ жизненную дѣятельность организованныхъ ферментовъ, нисколько не измѣняя дѣйствія другихъ ферментовъ; пропуская воздухъ, смѣшанный съ парами хлороформа, черезъ трубки съ почвою, они нашли, что образованіе азотной кислоты совершенно прекращалось [1]). Warrington подтверждаетъ эти данныя и прибавляетъ къ нимъ новыя. Его опыты показываютъ, какъ подъ вліяніемъ антисептическихъ паровъ карболовой кислоты, сѣроуглерода, хлороформа,—нитрификація отчасти замедляется, отчасти совершенно прекращается; сюда же нужно причислить и опытъ Soyka съ салициловой кислотой, давшій подобный же результатъ. Schlösing и Müntz, стараясь доказать высказанную ими мысль, указываютъ на разницу между пахатною землей и обсолютно неплодородною почвою, въ которой очищеніе сточныхъ водъ, или переходъ органическихъ веществъ въ неорганическія замедляется до тѣхъ поръ, пока факторы, необходимые для того, не достигнутъ достаточнаго развитія; далѣе они указываютъ на то, что почва, лишенная способности къ нитрификаціи при нагрѣваніи до 100°, снова пріобрѣтаетъ ее, если прибавить къ ней пахатной земли.

Опыты Falk'a [2]) съ фильтраціей черезъ обыкновенный мелкозернистый, свѣтлосѣрый кварцевый песокъ растворовъ сначала безформенныхъ, а впослѣдствіи организованныхъ ферментовъ, показали тоже, что прокаленная и непрокаленная почва во многихъ случаяхъ дѣйствуютъ на фильтрующуюся жидкость далеко неодинаково.

Тотъ фактъ, что въ животныхъ организмахъ происходитъ уже очень быстро при обыкновенной температурѣ подъ вліяніемъ соковъ желѣзъ и тканей разложеніе и перемѣщеніе органическихъ веществъ, чего внѣ организма мы достигаемъ только подъ вліяніемъ очень сильныхъ реагентовъ и всегда только при очень высокой температурѣ и даже при температурѣ кипѣнія, возбуждаетъ, по мнѣнію Falk'a, вопросъ, не происходитъ ли тоже самое, т. е. ферментація и въ почвѣ при существованіи въ ней подобной же способности. Различные результаты, получавшіеся при фильтраціи растворовъ черезъ прокаленную и непрокаленную почву, Falk и объясняетъ умерщвленіемъ при прокаливаніи находящихся въ почвѣ организованныхъ образованій, дѣйствующихъ какъ ферменты, и за-

[1]) По мнѣнію Schlösing'a содѣйствіе организмовъ необходимо только для образованія высшихъ степеней окисленія отбросковъ, т. е. для образованія нитратовъ. Если онъ исключалъ въ пробной почвѣ дѣйствіе организмовъ, пропуская черезъ нее пары хлороформа гибельные для организмовъ, то органическое вещество также разлагалось, только это разложеніе доходило до образованія амміака, но не до образованія азотной кислоты. Приведено въ названной статьѣ F. Falk'a. Vierteljahrs. etc. 1878 г. стр. 280.

[2]) Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medicin und öffentliches Sanitäts wesen herausgegeb. von Dr. H. Eulenberg, Neue Folge XXVI Band 1877 г. стр. 83 и XXIX Band 1878 г. стр. 272. Experimentelles zur Frage der Canalisation mit Berieselung von Dr. F. Falk.

мѣчаетъ, что уже одно только высушиваніе почвы (при 45% С.) вызывало въ этихъ форменныхъ элементахъ такую степень неподвижности, которая обусловливала ихъ бездѣйствіе. [1]) Что непрокаленная и непросушенная почва, употреблявшаяся Falk'омъ, дѣйствительно содержала форменныя образованія, которымъ можно приписать подобную способность разрушенія, то это показало произведенное имъ микроскопическое изслѣдованіе дестиллированной воды, профильтрованной черезъ необработанную почву.

Разбирая дальше, отъ чего зависитъ дезинфицирующая способность почвы, Falk находитъ, что порозность и богатство организованными веществами являются существенными факторами дезинфицирующей силы почвы и большое проявленіе этой силы въ глинисто-песчаной почвѣ, въ сравненіи съ чисто песчаною, объясняетъ большимъ содержаніемъ въ первой организованныхъ образованій, которое и было доказано микроскопически. Прокаливанье глинисто-песчаной почвы также уничтожало ея дезинфицирующее дѣйствіе, хотя тѣмъ не менѣе Falk не рѣшается приписывать дезинфицирующаго дѣйствія почвы одному богатому содержанію въ ней органическихъ элементовъ. Также и Soyka находитъ, что хотя и есть много данныхъ, говорящихъ въ пользу того, что процессы превращенія органическ. веществъ въ окончательные продукты окисленія зависятъ отъ находящихся, какъ въ почвѣ, такъ и въ воздухѣ органическихъ ферментовъ, которые предъ тѣмъ какъ обнаружить свое дѣйствіе должны достигнуть извѣстнаго развитія, размножиться въ достаточномъ количествѣ,—но всетаки этотъ вопросъ не можетъ считаться вполнѣ рѣшеннымъ тѣмъ болѣе, что и произведенные имъ опыты прививанія и культуры этихъ образованій не дали положительныхъ результатовъ.

При соблюденіи необходимыхъ условій имъ было сдѣлано въ стклянкахъ, содержащихъ подходящій азотистый питательный растворъ, или 10% и 1% растворъ мочи, прививаніе почвы способной къ нитрификаціи (преимущественно брался илъ, который легко было смыть) и мочи, въ которой уже началось образованіе селитры, и наконецъ для сравненія была взята моча, нитрификація которой была задержана. Однако ни химическое изслѣдованіе,—часто по прошествіи нѣсколькихъ мѣсяцевъ производившееся для опредѣленія конечныхъ продуктовъ ожидаемаго процесса,—ни микроскопическое изслѣдованіе не дали ничего положительнаго. Въ своихъ опытахъ Soyka замѣтилъ еще одинъ фактъ, указывающій тоже на организмы, какъ на причину нитрификаціи. Намъ извѣстно, что организмы могутъ процвѣтать только въ питательныхъ растворахъ, концентрація которыхъ колеблется въ опредѣленныхъ границахъ; извѣстно также, что одно и то же вещество, считающееся превосходнымъ питательнымъ растворомъ, въ болѣе концентрированномъ видѣ можетъ дѣйствовать какъ ядъ, и что уклоненіе отъ извѣстной границы въ ту или другую сторону можетъ повести къ гибели организмовъ. Согласно съ этимъ Soyka и было замѣчено, что нитрификація наступаетъ только при извѣстной концентраціи жидкости. Что концентрація фильтрующагося раствора играетъ немаловажную роль—констатировано также опытами Falk'a [1]).

[1]) Подобное окочененіе наблюдается и на дрожжевыхъ грибкахъ, вслѣдствіе высушиванія. Многіе очень цѣнные методы сохраненія пищевыхъ веществъ, или уничтоженія организмовъ гніенія основываются преимущественно на отнятіи воды. Falk. н. с. 1877 г. стр. 114.

Дальнѣйшіе опыты Soyka производилъ съ почвой различной порозности. Брался гравій одинаковаго свойства и состава, но съ зернами различной величины (сортировка производилась просѣиваніемъ черезъ различныя сита). Результаты опытовъ показали, что количество окисленнаго азота увеличивается почти пропорціонально увеличенію капиллярности почвы. Опыты съ обильнымъ доступомъ воздуха показали также, что процессъ нитрификаціи идетъ при этомъ гораздо успѣшнѣе.

Къ физическимъ условіямъ, имѣющимъ вліяніе на разбираемый процессъ, относится и температура. Въ опытахъ, произведенныхъ Soyka при температурѣ 4—10° С., всегда получалось болѣе обильное образованіе селитры, чѣмъ при болѣе высокой температурѣ (14—22°). По Müller'у при свободномъ притокѣ кислорода процессъ окисленія, преимущественно образованіе селитры въ почвѣ, претерпѣлъ едва замѣтное уменьшеніе во время зимы (конечно мягкой) [2]).

Что касается вліянія свѣта, то по Warrington'y [3]) образованіе селитры происходитъ только въ темнотѣ, а по заявленію Schlösing'a и Müntz'a [4])—нитрификація одинаково происходитъ, какъ при доступѣ свѣта, такъ и въ темнотѣ. Опыты надъ вліяніемъ, оказываемомъ свѣтомъ, произведенные Soyka, показали, что устраненіе свѣта замедляетъ, хотя и на незначительное время (2—3 дня) начало нитрификаціи, но что, разъ начавшись, нитрификація въ темнотѣ происходитъ энергичнѣе, т. е. при прочихъ равныхъ условіяхъ больше азота переводится въ нитраты и нитриты.

Кромѣ условій, вліяющихъ на разбираемый нами процессъ и находящихся въ самой почвѣ, очень важнымъ является еще концентрація самой жидкости, подвергающейся дѣйствію почвы. Опыты, сдѣланные Soyka въ этомъ направленіи, показываютъ, что, тогда какъ при фильтраціи 1% раствора мочи азотная кислота появилась на 4 день, 10% на 7,—въ 50% растворѣ и неразведенной мочѣ присутствіе нитратовъ нельзя

[1]) Vierteljarsschrift etc. 1878 г. стр. 283.
[2]) Reinigung und Entwässer. Berlins. Heft X, s. 506.
[3]) Chem. Centralbl. 1878 г. s. 181, приведено у Soyka, стр. 467.
[4]) Comptes rendus. T. LXXXV, p. 1018, приведено у Soyk'a, стр. 467.

было доказать спустя 2 мѣсяца послѣ начала опыта. Мы видимъ, говоритъ Soyka, что такимъ образомъ можно значительно ускорить ходъ процесса и пріостановить его совершенно—по крайней мѣрѣ на продолжительное время; при этомъ мы имѣемъ дѣло съ условіями, подобными тѣмъ, которыя дѣйствуютъ при вліяніи порозности.

При порозности существеннымъ факторомъ является обусловленное ею болѣе тѣсное взаимодѣйствіе между жидкостью, почвою и воздухомъ. Это взаимодѣйствіе конечно достигается и при разжиженіи, хотя и инымъ путемъ; при томъ здѣсь является еще и второй существенный моментъ, о которомъ мы уже упомянули, говоря о причинахъ нитрификаціи [1]).

Указавъ на главныя условія, при которыхъ совершается очищеніе загрязненныхъ водъ почвою, мы посмотримъ теперь, могутъ ли эти условія быть выполнены при фильтраціи воды для городскихъ водоснабженій.

Изъ всѣхъ разсмотрѣнныхъ нами условій, главное изъ нихъ, т. е. развитіе въ порахъ фильтра тѣхъ организованныхъ ферментовъ, которые многими авторами считаются необходимыми участниками въ процессахъ приведенія отжившей органической матеріи въ неорганическія соединенія (для насъ безвредныя), — можетъ встрѣчаться въ песчаныхъ фильтрахъ такъ же точно, какъ оно встрѣчалось и въ непрокаленномъ пескѣ при экспериментальныхъ опытахъ. Присутствіе или отсутствіе другихъ вліяній, способствующихъ или замедляющихъ эти процессы (темнота, свѣтъ, болѣе низкая или высокая температура, различная порозность фильтрующаго матеріала, степень загрязненія фильтрующейся жидкости) вполнѣ зависитъ отъ насъ.

Нельзя сказать того же о требованіи, чтобы фильтрующаяся жидкость замѣнялась время отъ времени въ фильтрующей средѣ воздухомъ. Насколько важно это условіе видно изъ приведенныхъ опытовъ англійской коммисіи съ восходящей и нисходящей фильтраціей и едвали нужно говорить о томъ, что при фильтраціи воды для городскихъ водоснабженій условіе это практически не выполнимо.

Казалось бы, что отсутствіе одного изъ главныхъ условій, т. е. постояннаго притока воздуха богатаго кислородомъ, совершенно исключаетъ возможность окислительнаго процесса при описанныхъ нами выше методахъ фильтраціи воды для городскихъ водоснабженій. Проглядывая

[1]) Soyka говоритъ, что при всѣхъ своихъ опытахъ онъ обращалъ вниманіе только на азотъ въ формѣ нитратовъ и нитритовъ, разсматривая его какъ мѣрило совершающагося процесса разложенія. Это предположеніе подтвердилось опытами и количественными опредѣленіями, показавшими, что параллельно увеличенію азота, переходящаго въ нитраты и нитриты, уменьшался азотъ въ формѣ органическихъ веществъ, и параллельно уменьшенію количества органическихъ веществъ увеличивалось количество азотной и азотистой кислотъ, и что наконецъ и образованіе угольной кислоты, какъ продукта окисленія углерода, шло согласно остальнымъ приведеннымъ процессамъ окисленія. Названная статья, стр. 468.

однако приведенныя выше таблицы, мы находимъ въ нѣкоторыхъ изъ нихъ (напр. въ таблицѣ В. фильтръ въ Durham.) указанія на то, что процессъ этотъ, хотя въ слабой степени, происходитъ и при такой фильтраціи. Проф. Müller говоритъ, что химическія измѣненія, которыя испытываетъ фильтрующаяся рѣчная вода, прежде всего зависятъ отъ фильтрующаго матеріала. При употребленіи совершенно чистаго кварцеваго песка эти измѣненія ограничивались бы незначительнымъ окисленіемъ амміака и органическаго вещества подъ вліяніемъ воздуха, съ которымъ вода во время фильтраціи приходитъ въ соприкосновеніе. Если же песокъ содержитъ, какъ это встрѣчается почти безъ исключенія, гидратъ окиси желѣза и кремнекислый глиноземъ, то происходитъ поглощеніе органическаго экстрактивнаго вещества и амміака, между тѣмъ какъ находящіяся растворимыя примѣси, какъ гипсъ и щелочныя соли, выщелачиваются. Песокъ, употребляемый въ Берлинѣ, индеферентенъ, а потому его химическое дѣйствіе крайне незначительно. Анализы фильтрованной воды берлинскихъ водопроводовъ и нефильтрованной изъ верхней части р. Шпрее (Oberspree), произведенные 4 янв. 1872 г. проф. Finkener'омъ и Müller'омъ, показали, что содержаніе амміака съ $^1/_5$ милліонной части уменьшилось послѣ фильтраціи до $^1/_{12}$ м. ч., и что едва замѣтные слѣды азотной кислоты до фильтраціи, послѣ фильтраціи увеличились (слѣды). Приводя эти данныя, проф. Müller говоритъ, что при фильтраціи количество амміака будетъ обыкновенно уменьшаться [1]), количество же азотной кислоты напротивъ увеличиваться. Вліяніе химическаго состава фильтра на проходящую черезъ него воду не входило въ планъ этой работы. Что это вліяніе не составляетъ главнаго условія въ разбираемыхъ нами процессахъ—доказываютъ опыты англійской коммисіи съ почвами различнаго химическаго состава, давшими приблизительно одинъ и тотъ же результатъ, и почвами одинаковаго состава, давшими совершенно различные результаты [2]), а также и только что приведенные анализы надъ фильтрами Берлина, песокъ которыхъ индиферентенъ.

Что касается вліянія застрявшаго въ порахъ фильтра (во время спусканія съ него воды для очистокъ) воздуха, то мы могли бы допустить вліяніе находящагося въ порахъ фильтра воздуха только на первыя порціи проходящей черезъ него воды, какъ это и было видно въ опытахъ съ восходящей фильтраціей англійской коммисіи. О постоянномъ уменьшеніи слѣдовательно амміака и образованіи азотной кислоты, о которыхъ говоритъ проф. Müller, не могло бы быть и рѣчи. Тѣмъ не менѣе мы далеки отъ мысли сомнѣваться въ приведенномъ проф. Müller'омъ по-

[1]) Reinigung und Entwässerung Berlins. Heft XII, стр. 574, 576.

[2]) Нельзя не упомянуть и о томъ, что почва, не оказывающая химическаго вліянія на проходящую жидкость, пріобрѣтаетъ эту способность послѣ постояннаго орошенія.

ложеніи и только не согласны съ приводимымъ имъ объясненіемъ, что окисленіе происходитъ благодаря кислороду воздуха, съ которымъ фильтрующаяся вода приходитъ въ соприкосновеніе въ порахъ фильтра. Намъ придется еще коснуться этихъ вопросовъ, когда мы будемъ говорить о результатахъ нашихъ анализовъ надъ фильтраціей воды фильтрами Экспедиціи Заготовленія Государственныхъ Бумагъ, къ которымъ мы и перейдемъ, сказавъ сначала нѣсколько словъ объ устройствѣ фильтръ и условіяхъ, при которыхъ они работаютъ.

III.

Фильтрація воды, снабжающей мастерскія и зданія Экспедиціи Заготовленія Государственныхъ Бумагъ, въ томъ видѣ, какъ она существуетъ теперь, началась со второй половины 1862 года. Фильтръ устроенъ по системѣ англійскаго инженера Смита и состоитъ изъ 4 фильтрующихъ бассейновъ, помѣщенныхъ въ двухъ каменныхъ, зимою отапливаемыхъ строеніяхъ (по два въ рядъ). Окна въ каждомъ зданіи находятся въ такомъ количествѣ, что, не пропуская много свѣта, даютъ однако возможность достаточно пользоваться имъ при очисткахъ и надзорѣ за фильтрами.

Одно зданіе нѣсколько длиннѣе другаго и помѣщаетъ въ себѣ приспособленіе для очистки притекающей изъ водопроводной трубы воды отъ грубыхъ взвѣшенныхъ веществъ. Приспособленіе это состоитъ изъ длиннаго жолоба, идущаго поперегъ всего зданія и снабженнаго въ боковыхъ стѣнкахъ вытечными отверстіями. Съ обѣихъ сторонъ жолоба и подъ нимъ, наклонно подъ угломъ около 52°, стоятъ сѣтки [1]) такимъ образомъ, что жолобъ лежитъ какъ бы на конькѣ крыши, образуемой двумя наклонными рядами сѣтокъ. Подъ жолобомъ и сѣтками находится каменный жолобъ, имѣющій уклонъ къ одной сторонѣ, на которой находится отверстіе, пропускающее воду въ трубы, ведущія ее на фильтры. Вытечныя отверстія жолоба съ внутренней стороны покрыты грубыми проволочными сѣтками и снабжены металлическими задвижками; съ наружной же имѣютъ приспособленія, на подобіе бездонныхъ коробокъ, для направленія внизъ на сѣтки (параллельно боковымъ стѣнкамъ жолоба) вытекающей жидкости. Къ жолобу проведена водопроводная труба.

Вода, наполнивъ жолобъ, устремляется въ вытечныя отверстія, причемъ болѣе крупныя загрязняющія ее частицы, задержанныя грубыми сѣтками, остаются въ жолобѣ. Ударяясь далѣе въ стѣнки коробокъ, она направляется внизъ на деревянныя рамы съ мелкими проволочными сѣтками (до 50 петель на квадр. дюймъ) и, оставивъ на нихъ уже болѣе мелкія

[1]) Сѣтки натянуты на деревянныя рамы въ 1 арш. 10 в. длины и 1 арш. 2 в. шир., а эти послѣднія помѣщаются рядомъ другъ съ другомъ въ каменномъ остовѣ.

взвѣшенныя вещества, протекаетъ внутрь на вышеописанный каменный жолобъ, откуда по уклону стекаетъ въ трубы, приводящія воду на фильтры. Остающіяся на сѣткахъ частицы отчасти стекаютъ, а отчасти сгоняются при помощи волосяныхъ щетокъ рабочими въ устроенныя снаружи прибора грязоотводныя канавки. Въ нихъ же время отъ времени сгоняются накопляющіяся въ жолобѣ нечистоты черезъ устроенное для этой цѣли на концѣ жолоба, противуположномъ водопроводной трубѣ, грязоотводное отверстіе. Отчасти уже очищенная сѣтками вода поступаетъ въ трубы, выходящія въ центрѣ каждаго изъ четырехъ фильтръ на поверхность. Трубы эти снабжены кранами, регулирующими притокъ воды на фильтры.

Каждый изъ четырехъ фильтрующихъ бассейновъ, вертикальныя стѣны и дно которыхъ сдѣланы изъ водоупорнаго матеріала, представляетъ прямоугольное углубленіе 177,8 фута длины, 28 фут. ширины и до 14 фут. глубины. Слѣдовательно площадь каждаго бассейна равняется 4978,4 квадр. фута.

Одна изъ короткихъ стѣнъ фильтрующаго бассейна нѣсколько ниже остальныхъ и къ ней прилегаетъ каналъ, сообщающійся съ общею грязоотводною трубою. Когда, по мѣрѣ загрязненія верхняго слоя, фильтрація воды замедляется и уровень ея надъ пескомъ повышается, то до урегулированья притока излишняя вода, переходя черезъ болѣе низкую стѣну, отводится въ этотъ каналъ и не допускаетъ возможности накопленія воды въ фильтрѣ выше опредѣленнаго уровня.

На днѣ каждаго бассейна по всей длинѣ его положены двѣ параллельно идущія дренажныя гончарныя трубы, соединяющіяся въ концѣ въ одну общую трубу, которая выходитъ въ другой бассейнъ, такъ называемый „колодезь для чистой воды". Трубы эти, имѣя при своемъ началѣ 5—6 дюймовъ въ діаметрѣ, по мѣрѣ приближенія своего къ общей трубѣ, ведущей въ колодезь, постоянно увеличиваются въ діаметрѣ, достигая до $1\frac{1}{2}$ фут.

Колодцы для чистой воды, устроенные при каждомъ фильтровальномъ бассейнѣ, имѣютъ по два отверстія, изъ которыхъ въ одно притекаетъ вода по дренажной трубѣ изъ фильтра, а черезъ другое отводится въ общій для всѣхъ четырехъ фильтръ резервуаръ, изъ котораго уже накачивается паровой машиной въ баки, распредѣляющіе ее по всему зданію. Какъ входное, такъ и выходное отверстія находятся у самаго дна колодца. Выходное отверстіе имѣетъ кранъ, дающій возможность уменьшить или совершенно прекратить оттокъ воды и слѣдовательно поднять ее на одинъ уровень въ колодцѣ и фильтрѣ. Каждый колодезь закрытъ деревяннымъ помостомъ, въ которомъ оставлено прикрываемое дверцею отверстіе. Кромѣ того существуетъ приспособленіе для опредѣленія уровня воды, состоящее изъ поплавка и прикрѣпленнаго къ нему деревяннаго стержня опредѣленной длины, двигающагося вертикально

въ выходящемъ надъ помостомъ желобкѣ. Дѣленія на желобкѣ (въ футахъ и дюймахъ) и конецъ стержня опредѣляютъ высоту воды въ колодцѣ.

Фильтрующіе слои состоятъ изъ слѣдующихъ веществъ. На днѣ бассейна помѣщается слой булыжнаго камня въ 1 ф. 4 д., прикрывающій собою большую часть дренажныхъ трубъ. Выше слой известковаго щебня въ 1 ф. Надъ щебнемъ слой гравія различной величины въ $6^1/_2$ д. Въ фильтрахъ №№ 1 и 2 надъ слоемъ гравія—слой битыхъ аспидныхъ дощечекъ въ $^1/_2$ д. и ракушекъ въ 1 д., и затѣмъ во всѣхъ четырехъ фильтрахъ слой крупнаго строительнаго песка въ 3 фута.

1 мая 1879 года, благодаря любезности К. Я. Маевскаго, мнѣ удалось ближе познакомиться съ расположеніемъ слоевъ въ фильтрѣ и характеромъ составляющаго его матеріала.

Воспользовавшись очисткою фильтра № 4, съ котораго была спущена вода, въ одномъ мѣстѣ фильтра, недалеко отъ соединенія между собою дренажныхъ трубъ, по указаніямъ К. Я. Маевскаго была произведена раскопка всего фильтрующаго матеріала. Раскопка производилась такимъ образомъ, что заранѣе приготовленный изъ досокъ ящикъ безъ дна и крыши, въ $1^1/_2$ кв. аршина, вбивался черезъ фильтрующіе слои и образовалъ такимъ образомъ стѣнки колодца, изъ котораго послойно и выбирался матеріалъ фильтра. По мѣрѣ углубленія въ нижележащіе слои одинъ ящикъ опускался въ глубь и на него накладывался новый, который вплотную прилегалъ къ первому и опускался вмѣстѣ съ нимъ. Высота слоевъ опредѣлялась мѣркою съ дюймовыми дѣленіями, а обращикъ каждаго изъ нихъ взятъ былъ мною въ стеклянныя банки для изслѣдованія. Такимъ образомъ пройдены были всѣ слои до крупнаго булыжника и дренажныхъ трубъ.

Первое, что бросалось въ глаза при раскопкѣ, это сильное загрязненіе всѣхъ фильтрующихъ слоевъ. Въ пескѣ степень этого загрязненія конечно трудно было опредѣлить на глазъ; гравій, въ особенности же известковый щебень, булыжный камень и дренажныя трубы представлялись покрытыми слоемъ жидкой грязи въ 1—2 миллим. толщиною. Грязь эта была отмыта въ лабораторіи съ взятыхъ обращиковъ и оказалась состоящею главнымъ образомъ изъ очень мелкихъ песчинокъ.

Въ лабораторіи было опредѣлено количество сжигаемыхъ веществъ, какъ въ порціяхъ песка, взятыхъ съ различной глубины, такъ и въ собранномъ слоѣ грязи, который предварительно высушивался до постояннаго вѣса при 100° С. и потомъ прокаливался.

Приводимая таблица показываетъ, какъ найденную вышину слоевъ, такъ и содержаніе веществъ, улетучившихся при прокаливаньи въ каждомъ обращикѣ.

ПЕРЕЧИСЛЕНІЕ ВЕЩЕСТВЪ, СОСТАВЛЯЮЩИХЪ СЛОИ ФИЛЬТРА № 4.	Вышина слоевъ фильтра.	На 100 частей фильтрующ. веществъ, сжигаемыхъ веществъ получилось
1. Песокъ: a) съ поверхности (удаляемый по мѣрѣ загрязненія)	22½ дюйма	1,52
b) на глубинѣ ½ дюйма отъ поверхности		0,37
c) на глубинѣ 10 дюймовъ		0,58
d) на глубинѣ 22 дюймовъ		0,39
Порція смѣшаннаго песка, кромѣ слоя *a*)		0,54
Среднее изъ всего песка, кромѣ *a*)	—	0,47
2. Мелкій гравій	5½ д.	0,32
3. Средній гравій	5½ д.	—
4. Крупный гравій	2 д.	—
5. Щебень известковый (для анализа взятъ покрывающій щебень, осадокъ мелкаго песка и сжигаемыхъ веществъ)	1 ф.	5,29
6. Камень булыжный	1 ф. 4 д.	
Итого	5 ф. 3½ д.	

Приведенныя въ графѣ 2 цифры показываютъ среднее изъ двухъ анализовъ, а общее загрязненіе для песка (исключая удаляемаго по временамъ полудюймоваго слоя) въ 0,47% изъ 8 анализовъ. Порціи песка, мелкаго гравія и осадка со щебня для прокаливанья брались отъ 10 до 20 грамм.

Что касается матеріала, составляющаго фильтрующіе слои, то о различныхъ сортахъ гравія, известковомъ щебнѣ и булыжномъ камнѣ сказать особенно нечего.

Обращики песка были показаны проф. А. А. Иностранцеву, нашедшему, что это кварцевый песокъ съ значительнымъ содержаніемъ мясокраснаго ортоклаза.

Прилагаемая таблица процентнаго содержанія песчинокъ различной величины въ изслѣдованныхъ обращикахъ песка составлена благодаря любезности К. П. Ковальковскаго, взявшаго на себя, по моей просьбѣ, этотъ трудъ. Опредѣленіе производилось сортировкою на ситахъ съ опредѣленными отверстіями.

700 граммъ песка содержали:

Мелкаго гравія	отъ 4 до 2 миллим.	28,9	грамм. или	4,13%
Крупнаго песка	„ 2 „ 1 „	160,1	„ „	22,87 „
Средняго „	„ 1 „ 1/2 „	395,9	„ „	56,56 „
Мелкаго „	„ 1/2 и мельче	114,0	„ „	16,29 „
Потери		1,1	„ „	0,15 „
	Итого . . .	700,0	грамм. или	100,00 „

При опредѣленіи количества профильтровывающейся впродолженіи часа воды намъ, за неимѣніемъ нужныхъ приспособленій въ фильтрахъ, пришлось руководствоваться приблизительнымъ разсчетомъ на все количество притекающей изъ водопроводной трубы воды, пренебрегая той незначительной частью ея, которая стекаетъ съ сѣтокъ и фильтра (пока не урегулированъ притокъ на него) въ грязеотводныя трубы. Опредѣленная такимъ образомъ средняя скорость теченія въ 1 часъ на кв. футъ равняется отъ 0,66 до 0,80 фута.

При отсутствіи регулированья [1]) скорости теченія, колебаніе между maximum и minimum притекающей воды при чистомъ или загрязненномъ верхнемъ слоѣ песка должно быть очень значительно, такъ какъ слой воды надъ пескомъ во всѣхъ случаяхъ остается приблизительно одинъ и тотъ же, т. е. около 6 ф. Что это дѣйствительно такъ, можно судить уже потому, что при одинаково облегченномъ оттокѣ профильтровавшейся воды изъ колодцевъ уровень ея въ этихъ послѣднихъ далеко не одинаковъ. Если послѣ очистки фильтра во время его работы онъ держится свыше 5 фут., то, по мѣрѣ загрязненія фильтра и медленности фильтраціи, доходитъ до 1 фута. При высотѣ воды въ колодцѣ менѣе 1 фута обыкновенно работа фильтра признается уже недостаточною и онъ подвергается очисткѣ.

Приводимъ здѣсь таблицу, указывающую, какъ часто производились очистки фильтра за послѣдніе два года (года, впродолженіи которыхъ дѣлались наши анализы) и сколько наносилось свѣжаго песка.

[1]) Хотя регуляторы и существуютъ (краны вытечныхъ отверстій изъ колодцевъ), но слишкомъ большой спросъ на воду заставляетъ прибѣгать къ чрезмѣрной скорости фильтраціи и тѣмъ устраняетъ возможность пользованья ими.

Таблица, показывающая, какъ часто и въ какіе мѣсяцы и дни каждый фильтръ подвергался очисткѣ и сколько было досыпано песка за періодъ въ два года.

Названіе мѣсяцевъ.	1879 года. Фильтры. № 1.	№ 2.	№ 3.	№ 4.	1880 года. Фильтры. № 1.	№ 2.	№ 3.	№ 4.
Январь	8	—	15	—	27	—	—	—
Февраль	—	—	—	12	—	3	11	18
Мартъ	13	5	—	—	—	3	—	—
Апрѣль	—	—	23	28	—	—	27	—
Май	7	28 [1])	—	1	4	—	—	10
Іюнь	—	—	25	18	22	2	16	3 [4])
Іюль	9	2	—	—	—	21	28	—
Августъ	13	—	16 [2])	6	7 [3])	—	—	4
Сентябрь.	24	9	27 [2])	15	—	7	28	—
Октябрь	28	8	22	14	12	19	22	5
Ноябрь	—	4	—	—	2	9	16	23
Декабрь	—	—	2	—	1	14	—	—

Фильтрація воды производится обыкновенно только днемъ, ночью же, когда прекращается работа въ мастерскихъ экспедиціи, притокъ воды изъ рѣки останавливается. Для ночной доставки небольшаго количества воды, потребнаго для домашнихъ цѣлей, она обыкновенно берется изъ какого нибудь фильтра по очереди, кромѣ № 1, причемъ уровень воды надъ пескомъ въ этомъ фильтрѣ нѣсколько понижается противъ остальныхъ, но всегда на неособенно значительную величину, пополняемую утреннимъ притокомъ свѣжей воды до начала работы фильтръ.

Работа фильтръ въ сутки колеблется между 12 и 14 часами и maximum 17 часовъ. Остальное время вода, наполняющая до верху фильтры и колодцы, находится въ покоѣ.

Для удобства сравненія съ описанными нами заграничными фильтрами, приводимъ слѣдующую таблицу:

[1]) Послѣ снятія верхняго слоя фильтръ досыпался пескомъ, причемъ насыпанъ былъ слой 8 дюйм. толщины. Фильтръ былъ изъятъ изъ работы съ 28 мая по 1 іюня включительно.

[2]) Послѣ снятія верхняго слоя на фильтръ былъ насыпанъ слой песка въ 10 дюйм. и онъ былъ изъятъ изъ работы съ 16 по 20 августа включительно. Съ 27 по 29 сентября фильтръ опять не работалъ по случаю досыпки 6 д. песка.

[3]) Фильтръ досыпался пескомъ, причемъ насыпано 9 дюйм. Фильтръ былъ изъятъ изъ работы съ 7 по 11 августа включительно.

[4]) Фильтръ досыпался пескомъ, причемъ насыпано 8 дюйм., и былъ изъятъ изъ работы съ 3 по 8 іюня включительно.

1. Число фильтръ.	4
3. Общая фильтровальная поверхность въ кв. метрахъ.	1849,965
3. Величина фильтровальной поверхности отдѣльныхъ бассейновъ въ кв. метрахъ . . .	462,491
4. Толщина фильтровальныхъ слоевъ въ метрахъ.	1,828
5. Толщина песочнаго слоя въ метрахъ . . .	0,914
6. Количество профильтровывающейся воды въ часъ на квадр. метр. поверхности въ куб. метр.³.	0,201
7. Высота воды надъ пескомъ	1,828

Изъ описаннаго сейчасъ устройства фильтръ легко видѣть, что замѣна осадочныхъ бассейновъ системою сѣтокъ, помѣщеніе фильтръ въ полутемныхъ зданіяхъ, защищающихъ воду отъ излишняго свѣта и рѣзкихъ колебаній температуры, устройство закрытыхъ колодцевъ, правильное размѣщеніе фильтрующаго матеріала и обиліе въ немъ песка вполнѣ удовлетворяютъ изложеннымъ нами выше принципамъ фильтраціи въ большихъ размѣрахъ.

Было бы только желательно имѣть болѣе удобные регуляторы и измѣрители скорости теченія воды въ каждомъ фильтрѣ. Это давало бы возможность наблюдать, чтобы только что очищенные фильтры не работали чрезмѣрно, иначе сказать, чтобы скорость теченія колебалась въ возможно меньшихъ предѣлахъ. Несоблюденіе этого условія, а также несоотвѣтствующій величинѣ фильтровальной поверхности запросъ на воду и составляютъ въ настоящее время существенный недостатокъ въ работѣ разсмотрѣнныхъ нами фильтръ; этимъ же недостаткомъ объясняется и найденное 1-го мая 1879 года загрязненіе слоевъ фильтра.

Примѣчаніе. Къ числу хорошихъ качествъ фильтровъ Э. З. Г. Б. слѣдуетъ также отнести способъ наполненія ихъ водою послѣ очистки: раньше чѣмъ начать фильтрацію, изъ колодца для чистой воды сосѣдняго фильтра пропускается вода изъ колодезь очищеннаго, а изъ послѣдняго по дренажнымъ трубамъ направляется вверхъ, равномѣрно заполняя поры всѣхъ слоевъ фильтрующаго матеріала. Только по достиженіи ею извѣстнаго уровня надъ пескомъ открывается приводящая труба и этимъ вполнѣ устраняется возможность неправильнаго распредѣленія жидкости, а слѣдовательно и размывки песка. Изъ извѣстныхъ способовъ наполненія фильтръ этотъ наиболѣе совершененъ. Въ Экспедиціи имъ же пользуются для промывки вновь наносимыхъ слоевъ песка (см. описаніе фильтръ Paisly); однако, въ виду несовершенства подобной промывки, желательно было бы, чтобы вновь наносимый песокъ промывался самостоятельно.

Отсутствіе запаснаго фильтра также неблагопріятно отзывается на ходѣ фильтраціи. Первоначально впрочемъ и предполагалось употреблять въ работу три фильтра, оставляя четвертый въ запасѣ; только быстро возраставшая потребность въ водѣ заставила отступить отъ проектированнаго распредѣленія между ними работы.

Чтобы судить о вліяніи, оказываемомъ фильтрами на проходящую черезъ нихъ воду, эта послѣдняя анализировалась до и послѣ фильтраціи, причемъ исключительно обращалось вниманіе на измѣненія, которымъ подвергаются находящіяся въ водѣ органическія вещества и преимущественно азотистаго происхожденія.

Вода для анализовъ бралась: сначала прямо изъ водопроводной трубы въ томъ мѣстѣ, гдѣ она изливается въ жолобъ, ведущій ее на сѣтки; затѣмъ изъ резервуара, куда она стекаетъ съ сѣтокъ, и наконецъ послѣ фильтраціи изъ колодцевъ для чистой воды. Нѣсколько разъ порціи взяты были изъ фильтрующихъ бассейновъ надъ пескомъ. Температура воды каждой порціи тутъ же на мѣстѣ измѣрялась 100° термометромъ Цельзія. Вода черпалась стеклянымъ сосудомъ и собиралась со всѣми требуемыми предосторожностями въ бутыли съ притертыми стеклянными пробками, или хорошо промытыми на мѣстѣ новыми простыми пробками и привозилась въ лабораторію.

Каждой пробы воды, смотря по числу предполагавшихся анализовъ, бралось отъ 5 до 14 литровъ.

Какъ только вода привозилась въ лабораторію, то часть ея (около 5 литровъ отъ каждой порціи) отливалась въ бутыли съ притертыми пробками и оставлялась въ покоѣ для отстаиванья находящихся въ ней взвѣшенныхъ веществъ; остальная вода фильтровалась черезъ пропускную шведскую бумагу и изслѣдовалась на азотистую кислоту и на легкоокисляемыя органическія вещества; кромѣ того подготовлялось изслѣдованіе на амміакъ.

Для опредѣленія азотистой кислоты въ узкіе стеклянные цилиндры наливалось по 100 куб. сент. воды и къ нимъ приливалось по 3 к. сент. смѣси раствора іодистаго цинка съ крахмальнымъ клейстеромъ и 1 куб. сент. разведенной сѣрной кислоты (1 часть кислоты на 3 части воды). Появленіе окрашиванья жидкости указывало на присутствіе азотистой кислоты.

Опредѣленіе легкоокисляемыхъ органическихъ веществъ титрованіемъ ихъ растворомъ марганцовокаліевой соли, поставленнымъ по раствору щавелевой кислоты опредѣленной крѣпости, производилось надъ 100 куб. сент. воды въ кисломъ растворѣ. Количество приливаемыхъ растворовъ сѣрной кислоты (10 куб. сент.) и марганцовокаліевой соли (25 куб. сент.) были одинаковы для всѣхъ пробъ. Главнымъ образомъ наблюдалось за тѣмъ, чтобы время кипяченія и температура жидкости были по возможности для каждой пробы однѣ и тѣ же. Для этого колбы

ставились въ водяную баню на $^1/_4$ часа и послѣ нейтрализаціи прилитаго раствора марганцовокаліевой соли растворомъ щавелевой кислоты ставились опять на 5 минутъ. При соблюденіи этихъ условій контрольные опыты (по 3 и болѣе) надъ одной и той же порціей воды давали очень незначительную разницу, а весьма часто и никакой. Ошибка при употреблявшихся нами растворахъ (1 куб. сент. раствора щавелевой кислоты содержалъ 0,001 грам. кристаллической щавелевой кислоты $C_2 H_2 O_4 + 2 H_2 O$) въ исключительныхъ случаяхъ = 0,2 куб. сент. раствора марганцовокаліевой соли; обыкновенно же разница въ приливаемомъ при титрованіи (къ 100 куб. сент. воды) количествѣ раствора была не болѣе 0,05—0,1 куб. сент.

Амміакъ опредѣлялся по способу Флека и приготовленіе порцій воды для этого опредѣленія заключалось въ томъ, что въ высокіе стеклянные цилиндры наливалось по 1 литру воды, прибавлялось къ каждому литру по 20 куб. сент. реагента Несслера, представляющаго собою щелочной растворъ іодисто-ртутнаго калія ($Hg K_2 I_4$), и по 1 куб. сент. раствора сѣрнокислой магнезіи (1 ч. соли на 10 ч. воды); все это взбалтывалось и послѣ прикрытія цилиндровъ смазанными саломъ стеклянными пластинками оставлялось до утра для полнаго осажденія образующагося осадка іодистаго меркуръ-аммонія ($NHg_2 J + H_2O$).

Все это производилось надъ водою, собранною въ тотъ же день.

На другой день наливалось по 1 литру воды въ стклянки съ каучуковыми пробками, въ которыхъ пропущена была стеклянная съ загнутымъ концемъ (чтобы предотвратить доступъ пыли изъ воздуха) трубка. Черезъ эту трубку вода и безъ откупориванья стклянки могла быть наливаема въ фарфоровые тигли.

6 фарфоровыхъ, предварительно взвѣшенныхъ тиглей, вмѣстимостью въ 40 куб. сент., помѣщались надъ водяной баней и въ нихъ начиналось выпариванье воды для опредѣленія въ ней плотнаго остатка. Въ этотъ же день производилось выпариванье воды въ большихъ фарфоровыхъ чашкахъ для опредѣленія въ ней азотной кислоты по способу Шульце. Выпариванье производилось изъ одного литра. Потомъ осѣвшій за ночь въ цилиндрахъ съ водою осадокъ іодистаго меркуръ-аммонія собирался на фильтры изъ толстой шведской бумаги и послѣ достаточнаго промыванія его дестиллированной, не содержащей амміака водой растворялся на фильтрѣ же сѣрноватистокислымъ натромъ (1 часть кристаллической соли на 8 ч. воды), причемъ стекающая съ фильтра прозрачная жидкость, содержащая весь амміакъ воды въ формѣ іодисто-ртутнаго аммонія, титровалась растворомъ сѣрной печени, поставленнымъ по раствору сулемы опредѣленной крѣпости (10 грм. на 1 л. воды). Конецъ реакціи опредѣлялся появленіемъ буроватаго кольца вокругъ капли титруемой жидкости, наносимой время отъ времени на бумажку, пропитанную растворомъ (1 ч. на 10 ч. воды) уксусно-кислаго свинца.

На третій день начиналось опредѣленіе азотной кислоты по способу Шульце изъ сгущенныхъ на второй день (изъ 1 литра) обращиковъ воды, что и продолжалось два, три, а иногда и болѣе дней.

По окончаніи анализовъ на азотную кислоту на маленькіе, предварительно взвѣшенные и съ опредѣленнымъ вѣсомъ золы фильтры собирались осѣвшія взвѣшенныя вещества воды. Послѣ высушиванья при 100°—105° С. они взвѣшивались, потомъ вмѣстѣ съ фильтромъ сжигались, прокаливались въ платиновомъ тиглѣ и опять взвѣшивались.

Когда оканчивалось продолжавшееся все это время (около 9 дней) выпариванье воды въ тигляхъ (изъ одного литра), то тигли высушивались въ воздушной банѣ при 100—105° С. до постояннаго вѣса и взвѣшивались. Послѣ этого они прокаливались до полнаго обезцвѣчиванья въ нихъ осадка (на что требовалось 2—3 дня) и послѣ смачиванія осадка растворомъ углекислаго аммонія опять доводились въ воздушной банѣ до постояннаго вѣса и взвѣшивались.

Анализъ на всѣ перечисленныя вещества требовалъ обыкновенно отъ 2-хъ до 3-хъ недѣль времени.

Нѣкоторые реагенты (сѣрная печень, растворъ закиси желѣза) готовились непосредственно передъ началомъ изслѣдованія, равно какъ и всѣ растворы для титровъ.

Изъ описаннаго порядка изслѣдованія видно, что на вещества, которыя могутъ претерпѣть измѣненія въ водѣ, во время ея стоянія въ лабораторіи, оно производилось надъ вполнѣ свѣжей водой (за исключеніемъ анализа на азотную кислоту въ водѣ, собранной 11-го апрѣля 1880 года, см. табл. IX, 1-е примѣчаніе).

Кромѣ того одинъ разъ была опредѣлена жесткость мыльнымъ растворомъ по способу Бутрона и Буде, и хлоръ—титрованіемъ цеатинормальнымъ растворомъ серебра.

Приводимыя десять таблицъ показываютъ результаты нашихъ анализовъ. Помѣщенныя при каждой таблицѣ метеорологическія данныя заимствованы нами изъ бюллетеней Главной Физической Обсерваторіи; тутъ же помѣщены данныя о цвѣтѣ и температурѣ воды. Что касается прозрачности ея, то до фильтраціи она кромѣ мелкой мути въ большинствѣ случаевъ содержала въ себѣ значительное количество плавающихъ въ ней болѣе крупныхъ взвѣшенныхъ веществъ и тины, а послѣ фильтраціи представляла едва замѣтную муть. Послѣ нѣсколькихъ дней отстаиванья воды эта муть давала легкій налетъ на днѣ сосуда и нѣсколько разъ была опредѣлена нами количественно, какъ видно изъ приводимыхъ таблицъ.

Нельзя не упомянуть также о разницѣ между водою до и послѣ фильтраціи, замѣченной нами нѣсколько разъ при долгомъ стояніи остатковъ воды въ лабораторіи. Находясь при одинаковыхъ условіяхъ, вода до фильтраціи давала очень часто поводъ къ развитію въ ней замѣтной

простымъ глазомъ органической жизни, чего ни разу не случилось съ водой послѣ фильтраціи.

Количество опредѣленныхъ нами содержащихся въ водѣ веществъ выражено въ милліонныхъ доляхъ по вѣсу (т. е. граммовъ въ куб. метрѣ или миллиграммовъ въ литрѣ), какъ это принято нами и для остальныхъ таблицъ, помѣщенныхъ въ этой работѣ. Рядомъ съ цифрами, показывающими абсолютное количество содержимыхъ водою веществъ, мы для удобнѣйшаго сравненія результатовъ различныхъ опытовъ помѣщаемъ графу, цифры которой выражаютъ процентъ каждаго вещества, остающійся въ водѣ послѣ фильтраціи. Въ таблицѣ XI помѣщены взятые изъ 10 предъидущихъ таблицъ предѣлы, между которыми колебались количество загрязняющихъ воду частицъ (графа 1) и работа каждаго фильтра, выраженная въ оставшихся въ водѣ послѣ фильтраціи процентахъ каждаго загрязняющаго ее вещества. Таблица XII, относящаяся къ легкоокисляемымъ органическимъ веществамъ, амміаку и азотной кислотѣ, заключавшимся въ водѣ до фильтраціи, указываетъ, сколько процентовъ каждаго изъ этихъ веществъ найдено было въ ней послѣ фильтраціи, при различныхъ колебаніяхъ температуры воды.

Таблица I.

Вода изъ водопровода и фильтра № 3 взята 4 іюля 1879 года, между 3 и 4 часами дня. Погода ясная. Баром. 756,0. Темпер. въ 1 часъ дня +18,1°. Вѣтеръ CB_2. Вода желтоватаго цвѣта. Темпер. воды до фильтраціи 16,2°, послѣ фильтраціи 15,6°.

ВЪ ВОДѢ ОПРЕДѢЛЕНЫ КОЛИЧЕСТВА.	До фильтраціи изъ водопровода.	Послѣ фильтраціи черезъ фильтръ № 3.	На 100 частей до фильтраціи послѣ фильтраціи получилось.
1. Кислорода, отданнаго хамелеономъ	13,15	12,98	98,7
2. Амміака	1,41	0,41	29,0
3. Азотистой кислоты	слѣды	0	—
4. Сумма азотной и азотистой кислотъ въ формѣ N_2O_5	3,06	4,20	137,2
5. Остатка отъ выпариванья	86,13	91,73	106,5
Въ немъ (a) сжигаемыхъ веществъ	26,00	21,60	83,0
Въ немъ (b) не сжигаемыхъ „	60,13	70,13	116,6
6. Взвѣшенныхъ веществъ	7,55	0,49	6,4
Въ нихъ (a) сжигаемыхъ веществъ	0,14	0,06	42,8
Въ нихъ (b) не сжигаемыхъ „	7,41	0,43	5,8

Таблица II.

Вода изъ водопровода и фильтръ №№ 2 и 4 взята 21 іюля 1879 года, между 1 и 2 часами дня, при ясной погодѣ. Барометръ 764,7. Темпер. +21,4°. Вѣтеръ CCB_2. Вода желтоватаго цвѣта, температура ея до фильтраціи 17,8°, послѣ фильтраціи 17°.

ВЪ ВОДѢ ОПРЕДѢНЫ КОЛИЧЕСТВА.	До фильтраціи изъ водопровода.	Послѣ фильтраціи черезъ фильтръ. № 2.	Послѣ фильтраціи черезъ фильтръ. № 4.	На 100 частей до фильтраціи получилось послѣ фильтраціи черезъ ф. № 2.	На 100 частей до фильтраціи получилось послѣ фильтраціи черезъ ф. № 4.
1. Кислорода, отданнаго хамелеономъ	8,89	7,94	7,43	89,3	83,5
2. Амміака	1,31	0,74	0,46	56,4	35,1
3. Азотистой кислоты	слѣды	0	0	—	—
4. Сумма азотной и азотистой кислотъ въ формѣ N_2O_5	2,15	3,01	3,42	140,0	159,0
5. Остатка отъ выпариванья	71,00	77,65	80,20	109,3	112,9
Въ немъ (a) сжигаемыхъ веществъ	23,50	20,95	17,35	89,1	73,8
Въ немъ (b) не сжигаемыхъ „	47,50	56,70	62,85	119,3	132,3
6. Взвѣшенныхъ веществъ	9,30	1,96	1,14	21,0	12,2
Въ нихъ (a) сжигаемыхъ веществъ	1,81	0,26	0,44	14,3	24,3
Въ нихъ (b) не сжигаемыхъ „	7,49	1,70	0,70	22,6	9,3

Таблица III.

Вода изъ водопровода, послѣ прохожденія ея черезъ сѣтки и изъ фильтра № 1 взята 1-го сентября 1879 г., между 1 и 2 часами дня. Погода ясная. Барометръ 766,7. Темпер. + 16,5° Вѣтеръ $ЗЮЗ_2$ Вода съ едва замѣтнымъ желтымъ оттѣнкомъ. Темпер. воды всѣхъ пробъ 14°

Въ водѣ опредѣлены количества.	До фильтраціи. Изъ водопроводной трубы.	До фильтраціи. Послѣ прохож. черезъ сѣтки.	Послѣ фильтраціи черезъ фильтръ № 1.	На 100 частей воды изъ трубы водопровода получилось. Послѣ прохож. черезъ сѣтки.	На 100 частей воды изъ трубы водопровода получилось. Послѣ фильтр. ч. ф. № 1.
1. Кислорода отданнаго хамелеономъ	8,51	8,38	7,62	98,4	89,5
2. Амміака	1,0 2	1,04	0,36	101,9	35,2
3. Азотистой кислоты	Едвазам. слѣды.	Слѣды.	0	—	—
4. Сумма азотной и азотистой кислотъ въ формѣ N_2O_5.	1,54	1,30	2,78	84,4	180,5
5. Остатка отъ выпариванья	66,20	66,25	71,60	100,07	108,1
Въ немъ (a) сжигаемыхъ веществъ	17,10	17,35	16,00	101,4	93,5
Въ немъ (b) не сжигаемыхъ „	49,10	48,90	06,55	99,5	113,2

Таблица IV.

Вода взята 21-го сентября 1879 г., между 12 и 1 часомъ дня изъ водопровода, послѣ прохожденія ея черезъ сѣтки, въ бассейнѣ фильтра № 2-й надъ пескомъ и изъ фильтръ №№ 1, 2, 3 и 4. Барометръ 766,2. Температура + 13,8°. Состояніе неба 4. Вѣтеръ ЮЮВ₂. Вода почти безъ желтаго оттѣнка. Температура воды всѣхъ пробъ 11°. Въ зданіи 1-мъ довольно сильный гнилостный запахъ отъ взѣшенныхъ веществъ воды, остающихся на сѣткѣ.

Въ водѣ опредѣлены количества.		До фильтраціи. Изъ водопроводной трубы.	Послѣ прохож. черезъ сѣтки.	Изъ бассейна фильтр. № 2.	Послѣ фильтраціи черезъ фильтръ. № 1.	№ 2.	№ 3.	№ 4.	На 100 частей воды изъ водопроводной трубы получилось. Послѣ сѣтки.	Бассейна № 2.	Фильтры. № 1.	№ 2.	№ 3.	№ 4.
1. Кислорода отданнаго хамелеономъ		8,89	8,25	6,22	6,09	6,03	5,71	5,58	91,6	69,9	68,5	67,8	64,2	62,7
2. Амміака		3,19	2,76	1,91	0,63	0,65	0,26	0,33	86,5	59,8	19,7	20,3	8,1	10,3
3. Азотистой кислоты		Едвазам. слѣды.	Слѣды.	Слѣды.	наиболѣе замѣтная реакція.		0	0						
4. Сумма азотной и азотистой кислотъ въ ф. N_2O_5		1,03	1,14	—	2,64	2,92	2,77	3,95	110,6	—	256,3	288,5	268,9	383,5
5. Остатка отъ выпариванья		80,00	80,00	—	82,00	80,00	86,60	78,00	100	—	102,5	100	108,2	97,5
Въ немъ	a) сжигаемыхъ веществъ	20,50	19,00	—	18,40	17,00	18,70	17,40	92,6	—	89,7	82,9	91,2	84,8
	b) не сжигаем. „	59,50	61,00	—	63,60	63,60	67,90	60,60	102,5	—	106,8	105,8	114,1	101,8
6. Взѣшенныхъ веществъ		11,61	9,96	—	0,88	1,71	0,90	0,83	85,7	—	7,5	14,7	7,7	7,1
Въ нихъ	a) сжигаемыхъ веществъ	4,77	3,76	—	0,23	0,22	0,28	0,30	78,8	—	4,8	4,6	5,8	6,2
	b) не сжигаемыхъ „	6,84	6,20	—	0,65	1,49	0,62	0,53	90,6	—	9,5	21,7	9,0	7,7

Таблица V.

Вода взята 2 ноября 1879 года, между 12 и 1 часомъ дня изъ водопровода, послѣ прохожденія ея черезъ сѣтки, въ бассейнѣ фильтра № 3 надъ пескомъ и изъ фильтра № 3. Барометръ 757,8. Темпер.—1,4°. Состояніе неба 4. Вѣтеръ ВСВ₃. Вода безъ цвѣта.

Въ водѣ опредѣлены количества.	До фильтраціи. Изъ водопроводной трубы.	Послѣ прохожд. чер. сѣтки.	Изъ басс. фил. № 3.	Послѣ фильтраціи черезъ фильтръ № 3.	На 100 частей воды изъ трубы получилось. Послѣ сѣтки.	Бассейна № 3.	Фильтръ № 3.
1. Кислорода, отданнаго хамелеономъ	8,06	8,13	7,30	6,79	100,8	90,5	84,2
2. Амміака	1,44	1,43	1,50	0,40	99,3	104,1	27,7
3. Азотистой кислоты	Едва замѣт. слѣды	слѣды	Едва замѣт. слѣды.	0	—	—	—
4. Сумма азотной и азотистой кислотъ въ формѣ N_2O_5	1,29	1,25	1,57	3,28	96,9	121,7	254,2

Таблица VI.

Вода взята 1 декабря 1879 года, между 1 и 2 часами дня изъ водопровода, фильтра № 1 и водопроводнаго крана въ зданіи Экспедиціи. Барометръ 770,4. Темпер.—15,7°. Состояніе неба 1. Вѣтеръ ЮЮЗ₂. Вода безцвѣтна. Температура воды до фильтраціи 0,5°. Послѣ фильтраціи въ фильтрѣ № 1 1°.

Въ водѣ опредѣлены количества.	До фильтраціи изъ водопроводной трубы.	Послѣ фильтраціи. Черезъ фильтръ № 1.	Изъ крана Экспедиц.	На 100 частей до фильтраціи послѣ фильтраціи получилось. Черезъ фильтръ № 1.	Кранъ Экспедиц.
1. Кислорода, отданнаго хамелеономъ	8,68	8,20	8,13	94,4	93,6
2. Амміака	1,14	0,85	0,85	74,5	74,5
3. Азотистой кислоты	0	0	0	—	—
4. Сумма азотной и азотистой кислотъ въ формѣ N_2O_5	0,98	1,96	не опр.	200	—
5. Остатка отъ выпариванья	63,75	70,00	70,00	109,8	109,8
Въ немъ a) сжигаемыхъ веществъ	15,00	13,75	14,00	91,6	93,3
b) не сжигаемыхъ „	48,75	56,25	56,00	115,3	114,8
6. Взѣшенныхъ веществъ	1,37	0,26	—	18,9	—
Въ нихъ a) сжигаемыхъ веществъ	0,17	0,01	—	5,8	—
b) не сжигаемыхъ „	1,20	0,25	—	20,8	—

Таблица VII.

Вода взята 14 марта 1880 года, между $10^1/_2$ и $11^1/_2$ часами дня изъ водопровода, въ бассейнѣ фильтра № 2 надъ пескомъ и фильтра № 2. Барометръ 759,4. Температура—1,5° (утромъ—7,5°). Состояніе неба 4. Вѣтеръ ЗЮЗ$_3$. Вода безцвѣтна. Температура воды до фильтр. 0,3°, послѣ фильтр. и въ бассейнѣ 0,5°.

ВЪ ВОДѢ ОПРЕДѢЛЕНЫ КОЛИЧЕСТВА.	До фильтраціи.		Послѣ фильтраціи черезъ фильтръ № 2.	На 100 частей воды изъ водопровода получилось.	
	Изъ водопровода.	Изъ бассейна № 2 надъ пескомъ.		Бассейнъ № 2.	Фильтръ № 2.
1. Кислорода, отданнаго хамелеономъ	10,79	10,79	10,85	100,0	100,5
2. Амміака	2,17	2,28	2,10	105,0	96,7
3. Азотистой кислоты	0	0	0	—	—
4. Сумма азотной и азотистой кислотъ въ формѣ N_2O_5	1,22	1,40	2,00	114,7	163,9

Таблица VIII.

Вода взята 22 марта 1880 года, между $11^1/_2$ и $12^1/_2$ часами дня изъ водопровода, въ бассейнѣ фильтра № 2 надъ пескомъ и четырехъ фильтръ. Барометръ 768,3. Температура—3,2° (утромъ—9,9°), Состояніе неба 4. Вѣтеръ ВСВ$_4$. Вода безцвѣтна. Температура воды до фильтраціи 0,3°, послѣ фильтр. 0,5°.

ВЪ ВОДѢ ОПРЕДѢЛЕНЫ КОЛИЧЕСТВА.	До фильтраціи.		На 100 частей воды изъ водопровода получилось.					
	Изъ водопровода.	Изъ бас. № 2.	Изъ бас. № 2.	№ 1.	№ 2.	№ 3.	№ 4.	Бас. № 2.	№ 1.	№ 2.	№ 3.	№ 4.
1. Кислорода, отданнаго хамелеономъ	9,83	9,59	9,07	9,36	8,70	7,96	97,5	92,2	95,2	88,5	80,9
2. Аммiака	2,14	2,06	1,28	1,79	0,67	0,48	96,3	59,8	83,6	31,3	22,4
3. Азотистой кислоты	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—
4. Сумма азотной и азотистой кислотъ въ формѣ N_2O_5 . . .	1,33	1,50	3,14	2,02	3,86	4,10	112,7	236,8	161,8	290,2	308,2

Таблица IX.

Вода взята изъ водопровода, четырехъ фильтръ и въ бассейнахъ фильтръ №№ 2 и 4 надъ пескомъ 11 апрѣля 1880 года, между 11 и 12 час. дня. Барометръ 756,3. Температура +14,8°. Состояніе неба О. Вѣтеръ ЮЗ$_1$. Вода безцвѣтна. Температура воды всѣхъ пробъ 1,8°. Въ Невѣ незначительный ледоходъ. Каналы свободны отъ льда.

ВЪ ВОДѢ ОПРЕДѢЛЕНЫ КОЛИЧЕСТВА.	До фильтраціи.			Послѣ фильтраціи черезъ фильтры.				На 100 частей воды изъ водопроводной трубы получилось.					
	Изъ водопровода.	Изъ бассейн.						Бассейны.		Фильтры.			
		№ 2.	№ 4.	№ 1.	№ 2.	№ 3.	№ 4.	№ 2.	№ 4.	№ 1.	№ 2.	№ 3.	№ 4.
1. Кислорода, отданнаго хамелеономъ	9,05	9,30	8,89	7,87	8,54	6,93	7,82	102,7	98,2	86,9	94,3	76,5	86,4
2. Амміака	1,90	1,90	1,79	1,13	1,38	0,22	1,13	100,0	94,2	59,4	72,6	11,5	59,4
3. Азотистой кислоты	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—
4. Азотной кислоты [1]	1,23	4,48	0,95	—	3,38	5,05	4,80	364,2	77,2	—	274,8	410,5	390,2
5. Углекислаго кальція (мыльная проба):													
a) общая жесткость	27,5	—	27,5	33,0	31,0	40,5	35	—	100	120	112,7	147,2	127,2
b) постоянная „	25,5	—	25,5	28,0	27,0	34,0	29,5	—	100	109,7	105,8	133,3	115,6
c) устранимая „	2,0	—	2,0	5,0	4	5,5	5,5	—	100	250	200	275	275
6. Хлора [2]	11,36	11,36	11,36	11,36	11,36	11,36	11,36	100	100	100	100	100	100

[1]) Анализъ на азотную кислоту произведенъ съ водою, простоявшею въ лабораторіи 2 недѣли (на видъ вода не измѣнилась), за исключеніемъ воды, взятой изъ бассейна № 4, которая анализировалась вполнѣ свѣжая.

[2]) Невская вода, взятая изъ крана лабораторіи въ этотъ же день, содержала 3,9 частей хлора.

Таблица X.

Вода взята изъ водопровода и четырехъ фильтръ 2-го сентября въ 7 часовъ вечера и 3-го сентября въ 6$^3/_4$ час. утра и въ 8$^1/_2$ часовъ утра 1880 года. 2-го сентября въ 1 ч. дня. Барометръ 763,1. Температура + 11,8°. Состояніе неба 4. Вѣтеръ В$_2$. Дождь. Въ 9 часовъ вечера барометръ 761,9 температура + 10,1°. Состояніе неба 2. Вѣтеръ В$_1$. 3-го сентября въ 7 часовъ утра барометръ 760,8. Температура + 7,8°. Состояніе неба 4. Вѣтеръ В$_2$. Темп. воды 2-го сентября 12° [1]).

ВЪ ВОДѢ ОПРЕДѢЛЕНЫ КОЛИЧЕСТВА.	Когда взята вода.	Вода до фильтраціи изъ водопровода.	Послѣ фильтраціи черезъ фильтры.				На 100 част. до фильтраціи послѣ фильтр. получилось. Фильтры.			
			№ 1.	№ 2.	№ 3.	№ 4.	№ 1.	№ 2.	№ 3.	№ 4.
1. Кислорода отданнаго хамелеономъ	2-го сентября 7 час. вечера	7.36	7.31	6.93	5.71	5.37	99.3	94.1	77.5	72.9
	3-го сентября 6$^3/_4$ час. утра	—	7.11	6.22	6.09	5.46	96.6	84.5	82.7	74
	3-го сентября 8$^1/_2$ час. утра	10.41	5.84	6.60	5.07	5.15	79.3	89.6	68.8	69.9
2. Амміака	2-го сентября 7 час. вечера	1.6	1	0.8	0.2	0.35	62.5	50	12.5	21.8
	3-го сентября 6$^3/_4$ час. утра	—	0.95	0.85	0.22	0.3	59.3	53.1	13.7	18.7
	3-го сентября 8$^1/_2$ час. утра	3.1	0.6	0.45	0.15	0.1	37.5	28.1	9.3	6.2

[1]) Въ 7 часовъ вечера водопроводъ былъ закрытъ и въ 4 часа утра слѣдующаго дня вода снова пущена для пополненія убыли въ фильтрующихъ бассейнахъ, изъ которыхъ ночью бралась вода. Работа всѣхъ фильтръ началась въ 7 часовъ утра. Проценты вычислены всѣ на воду до фильтраціи 2-го сентября.

Таблица XI.

Работа каждаго фильтра.

Въ водѣ опредѣлены количества.	До фильтраціи вода содержала.		На 100 частей до фильтраціи получалось послѣ фильтраціи. № 1.		№ 2.		№ 3.		№ 4.	
	minim.	max.	minim.	max.	minim.	max.	minim.	max.	minim.	max.
1. Кислорода отданнаго хамелеономъ	8,06	13,15	68,5	94,4	67,8	100,5	64,2	98,7	62,7	86,4
2. Амміака	1,02	3,19	19,7	74,5	20,3	96,7	8,1	31,3	10,3	59,4
3. Сумма азотной и азотистой кислотъ	0,98	3,06	180,5	256,3	140	283,5	137,2	290,2	159	383,5
4. Остатка отъ выпариванья	63,75	86,13	102,5	109,8	100	109,3	106,5	108,2	97,5	112,9
въ немъ { a) сжигаемыхъ веществъ	15	26	89,7	91,6	82,9	89,1	83	91,2	73,8	84,8
{ b) несжигаемыхъ „	47,5	60,13	106,8	115,3	105,8	119,3	114,1	116,6	101,8	132,3
5. Взѣшенныхъ веществъ	1,37	11,61	7,5	18,9	14,7	21	6,4	7,7	7,1	12,2
въ нихъ { a) сжигаемыхъ веществъ	0,14	4,77	4,8	5,8	4,6	14,3	5,8	42,8	6,2	24,3
{ b) несжигаемыхъ „	1,20	7,49	9,5	20,8	21,7	22,6	5,8	9	7,7	9,3

Прибавленіе къ табл. XI.

Пескомъ задержано органическихъ (сжигаемыхъ) веществъ въ процентахъ:

	minimum.	maximum.
Фильтръ № 1	8,4%	10,3%
„ № 2	10,9%	17,1%
„ № 3	8,8%	17 %
„ № 4	15,2%	26,2%

Таблица XII.

Вліяніе температуры воды на химическую ея очистку при фильтраціи.

Въ водѣ опредѣлены количества.	На 100 частей до фильтраціи получилось послѣ фильтраціи при температурѣ воды.		
	11° до 17,8°.	0,5°.	1,0°.
1. Кислорода, отданнаго хамелеономъ	62,7— 98,7	80,9—100,5	76,5
2. Амміака	8,1— 59,8	22,4— 96,7	11,5
3. Азотной и азотистой кислотъ	137,2—383,5	114,7—308,2	410,5

При выводѣ заключеній изъ различныхъ опытовъ мы пользовались только тѣми цифрами, которыя получались внѣ предѣловъ погрѣшности метода. Степень точности каждаго метода мы заимствовали изъ литературы, руководствуясь однако при этомъ и собственными наблюденіями [1]).

Обращаясь къ 1-й графѣ таблицы XI, мы видимъ, что составъ притекающей на фильтры воды бываетъ весьма различенъ. Это даетъ намъ возможность предполагать, что и на поверхности фильтровъ вода не вездѣ обладаетъ одинаковымъ составомъ, а слѣдовательно, что въ разное время, въ различныхъ частяхъ фильтра протекаетъ вода неодинаковыхъ качествъ. Отсюда ясно что, взявъ порцію уже профильтровавшейся воды изъ чистаго колодца, мы не можемъ ручаться, что она по первоначальному составу своему соотвѣтствуетъ именно той водѣ, которую мы взяли изъ водопроводной трубы. Слѣдовательно разницу, полученную при анализахъ подобныхъ порцій, мы не можемъ всецѣло приписать вліянію фильтрующаго матеріала.

Это обстоятельство заставляетъ насъ очень осторожно отнестись къ приведеннымъ выше таблицамъ и ограничиться только слѣдующими несомнѣнно вытекающими изъ нихъ выводами:

---

[1]) При опредѣленіи количества содержащихся въ водѣ амміака, хлора, легкоокисляемыхъ органическихъ веществъ и др. мы производили 3 и болѣе анализовъ; для азотной кислоты и остатка отъ выпариванья въ первыхъ опытахъ 3, затѣмъ по 2 анализа надъ одной и той же порціей воды. Разницу между наибольшей и наименьшей цифрами, полученными въ этихъ анализахъ, мы принимали за погрѣшность примѣненнаго метода.

1) Фильтры дѣйствуютъ не только механически, но и химически.

2) Фильтры съ одинаковымъ составомъ и расположеніемъ слоевъ фильтрующаго матеріала при одновременномъ дѣйствіи оказываютъ на фильтрующуюся воду весьма различное вліяніе.

3) Фильтрующее дѣйствіе одного и того же фильтра въ разное время бываетъ весьма различно.

4) Успѣшность водоочищающаго дѣйствія фильтра всецѣло зависитъ отъ условій, при которыхъ ведется фильтрація, и матеріалъ, при однихъ условіяхъ дѣйствующій на воду сильно очищающимъ образомъ, при другихъ вовсе не оказываетъ этого дѣйствія.

5) Доступъ воздуха въ поры фильтра не есть необходимое условіе для химическаго измѣненія веществъ, входящихъ въ составъ фильтрующейся воды.

6) Несовершенство механической очистки данными фильтрами зависитъ гораздо меньше отъ состоянія, въ которомъ они находятся, чѣмъ отъ условій, при которыхъ они работаютъ, что ясно видно изъ встрѣчающихся для каждаго фильтра періодовъ наилучшей работы.

7) Слои раковинъ и битыхъ аспидныхъ дощечекъ должны быть признаны безполезною роскошью, такъ какъ они не оказываютъ никакого вліянія на фильтрующуюся воду, что видно (табл. XI) изъ сравненія дѣйствія фильтровъ №№ 1 и 2, гдѣ есть эти слои, и №№ 3 и 4, гдѣ ихъ нѣтъ.

8) Отсутствіе осадочныхъ бассейновъ даетъ возможность водѣ притекать на фильтръ не ухудшенной, какъ это замѣчается въ англійскихъ фильтрахъ.

9) Вліяніе сѣтокъ на очистку должно разсматриваться какъ чисто механическое, если только вода во время прохожденія черезъ нихъ не пріобрѣтаетъ лишняго запаса кислорода, могущаго оказать вліяніе на химическую очистку во время прохожденія ея черезъ фильтрующій матеріалъ [1]).

10) Очистка воды фильтрами повидимому мало зависитъ отъ временъ года и измѣняющейся сообразно съ ними температуры воды.

11) Увеличеніе плотнаго остатка воды послѣ фильтраціи получается, вѣроятно благодаря известковому щебню.

Для болѣе точной постановки вопроса объ участіи фильтрующаго матеріала (исключительно песка) въ измѣненіи состава воды при фильтраціи мы произвели слѣдующій рядъ лабораторныхъ опытовъ.

3 марта 1880 года во время очистки фильтра № 2, послѣ снятія съ него верхняго загрязненнаго слоя взятъ былъ съ поверхности песокъ,

[1]) Желательны были бы опыты съ прямымъ опредѣленіемъ кислорода въ водѣ въ различныхъ мѣстахъ ея прохожденія изъ водопроводной трубы и до колодца для чистой воды.

который въ чистомъ холщевомъ мѣшкѣ и былъ привезенъ въ лабораторію.

Песокъ этотъ насыпался въ стеклянныя трубы въ 54 мм. въ діаметрѣ и около 1,5 м. вышины. Нижнее отверстіе каждой трубы закупоривалось простой, залитой мастикой Менделѣева, пробкой, имѣющей въ центрѣ отверстіе, черезъ которое выходила стеклянная трубка, служащая для стока воды. Трубка эта внутри стеклянной трубы была на одномъ уровнѣ съ пробкой и выходила наружу концемъ въ нѣсколько сентим. длины. На свободный конецъ ея надѣта была каучуковая трубка съ зажимомъ, позволявшимъ не только прекращать токъ воды черезъ трубку, но и уменьшать по произволу струю жидкости. На днѣ трубы (т. е. на поверхности пробки) помѣщался слой битаго стекла различной крупности (для предотвращенія прохожденія въ отверстіе песка), а надъ битымъ стекломъ помѣщался слой привезеннаго съ фильтра песка, черезъ который и производилась фильтрація. Послѣ того какъ былъ насыпанъ песокъ, весь занимаемый имъ отдѣлъ трубы обертывался снаружи 2—3 слоями синей оберточной бумаги и трубы во время фильтраціи помѣщались въ лабораторіи въ такомъ углу комнаты, гдѣ было меньше доступа свѣта и при томъ въ комнатѣ, куда вообще не проникали солнечные лучи.

Наполненіе трубъ водою и постоянный притокъ ея на фильтръ устроивались помощью сифона, одинъ конецъ котораго оканчивался въ трубѣ надъ пескомъ, а другой былъ погруженъ въ сосудъ съ водою.

Первые изъ помѣщаемыхъ ниже опытовъ состояли въ фильтраціи воды, привезенной изъ Экспедиціи, черезъ слой песка высотою въ 0,762 м. Порціи для анализа собраны были послѣ того какъ черезъ фильтръ уже протекло болѣе 10 литровъ воды, чѣмъ было устранено по возможности вліяніе находившагося до начала опытовъ въ порахъ фильтра воздуха. Воды протекало около 3-хъ литровъ въ часъ. Таблица XIII указываетъ результаты этихъ опытовъ.

Таблица XIII.

ОБРАЗЦЫ ВОДЫ.	Кислорода, отданнаго хамелеономъ.	Аммiака.	Азотной кислоты.	На 100 частей до фильтрацiи, послѣ фильтрацiи получилось: Кислорода, отданнаго хамелеономъ.	Аммiака.	Азотной кислоты.
1880 года 14-го марта. Вода до фильтрацiи	**10,79**	**2,17**	**1,22**			
1880 года 14-го марта. Вода послѣ фильтрацiи	10,85	2,13	1,64	100,5	98,1	134,4
1880 года 22-го марта. Вода до фильтрацiи [1]	**9,83**	**2,14**	**1,33**			
1880 года 22-го марта. Вода послѣ фильтрацiи	9,01	1,58	1,56	91,6	73,8	117,3

Хотя и получилось незначительное измѣненiе въ составѣ воды послѣ фильтрацiи, но оно настолько не соотвѣтствовало среднимъ цифрамъ очистки, получающимся въ фильтрахъ Экспедицiи, что явилось подозрѣнiе, не успѣлъ ли песокъ во время двухнедѣльнаго лежанiя въ лабораторiи претерпѣть какихъ либо измѣненiй, уменьшившихъ его очистительную способность, или даже не зависѣла ли эта способность отъ суммы всѣхъ условiй, встрѣчающихся при фильтрацiи въ Экспедицiи, причемъ песокъ самъ по себѣ игралъ здѣсь очень незначительную роль.

Для этого 23 марта профильтрована была вода, привезенная наканунѣ изъ Экспедицiи, но уже съ доступомъ въ поры фильтра воздуха. Анализъ сдѣланъ былъ только на аммiакъ, какъ вещество наилегче подвергающееся измѣненiямъ при фильтрацiи, въ чемъ можно было убѣдиться уже по предъидущимъ опытамъ. Въ этомъ случаѣ вода, содержавшая до фильтрацiи 2,17 частей аммiака, послѣ фильтрацiи съ доступомъ воздуха дала въ 1 опытѣ 0,54 ч. (25,2%), во второмъ 0,48 ч. (22,4%).

Этотъ анализъ показалъ намъ, что при наиболѣе благопрiятныхъ условiяхъ для фильтрацiи песокъ способенъ оказывать водоочищающее дѣйствiе и что незначительное влiянiе его на воду 14 и 22 марта надо искать въ тѣхъ условiяхъ фильтрацiи, при которыхъ она и въ фильтрахъ Экспедицiи давала неудовлетворительные результаты.

[1]) Вода до фильтрацiи содержала слѣды азотистой кислоты; послѣ фильтрацiи азотистой кислоты не было.

Чтобы уловить самыя главныя изъ этихъ условiй, опыты были нѣсколько упрощены въ томъ смыслѣ, что взятъ былъ фильтръ меньшихъ размѣровъ (манипуляцiи съ которымъ были легче) и вода изслѣдовалась только на легкоокисляемыя органическiя вещества и аммiакъ. Для этого бралась труба нѣсколько меньшихъ размѣровъ (около 1 м.) и насыпаемый въ нее слой песка равнялся 0,381 м. Чтобы поставить фильтрацiю въ условiя наиболѣе близкiя къ тѣмъ которыя, существуютъ въ Экспедицiи, желательно было пользоваться для этихъ опытовъ водою, по среднему своему составу наиболѣе приближающеюся къ водѣ, поступающей на фильтры Экспедицiи. Дальность разстоянiя и громадныя количества, требующiяся для этихъ опытовъ воды, не допускали и мысли о привозѣ ея оттуда, тѣмъ болѣе, что измѣненiя, могущiя происходить въ водѣ во время ея стоянiя въ лабораторiи, во многомъ измѣняли бы главныя условiя опытовъ. Невская вода для этого была мало пригодна, такъ какъ она очень мало, а подъ часъ и вовсе не содержала аммiака, лучше всего характеризующаго качество фильтрацiи.

Въ виду того, что вода водопровода Экспедицiи, получаемая изъ такъ называемой черной рѣчки (въ концѣ Рижскаго проспекта, противъ Гутуевскаго острова), есть по происхожденiю невская вода, сильно загрязненная городскими отбросками,—нами и была постоянно приготовляема искусственная вода, составъ которой ближе всего подходилъ къ среднему составу воды, притекающей изъ Черной рѣчки на фильтры Экспедицiи.

Къ десяти объемамъ невской воды, взятой изъ крана лабораторiи, мы прибавляли одинъ объемъ грязной воды изъ канавки, протекающей около полотна Финляндской желѣзной дороги, или изъ пруда, находящагося во дворѣ анатомическаго института Медико-Хирургической Академiи. Полученная смѣсь наливалась въ наглухо задѣланную деревянную 40 ведерную бочку, имѣвшую два отверстiя, въ одно изъ которыхъ, находящееся на верхней крышкѣ, пропускался конецъ сифона. Во избѣжанiе развитiя процессовъ, могущихъ оказать влiянiе на содержанiе въ водѣ кислорода, она каждые нѣсколько дней замѣнялась свѣжею смѣсью. Подобную воду мы употребляли и во всѣхъ послѣдующихъ опытахъ.

При постановкѣ этихъ предварительныхъ опытовъ для насъ важно было прежде всего опредѣлить, при какихъ условiяхъ фильтрацiя черезъ данный песокъ безъ доступа воздуха можетъ дать наилучшiе результаты. Поэтому для устраненiя влiянiя воздуха фильтрацiя начата была 5 апрѣля 1880 года, а порцiи для анализа были собираемы съ 7 апрѣля. Все это время песокъ находился подъ водою, которая впродолженiи дня фильтровалась черезъ него, а ночью, по прекращенiи работъ въ лабораторiи, устанавливалась при помощи крана, закрывающаго вытечное отверстiе, на извѣстномъ уровнѣ, образуя надъ пескомъ слой въ 0,3 м. вышиною.

Порцiи для анализа брались, какъ послѣ ночныхъ остановокъ въ дѣй-

ствіи фильтра, т. е. изъ воды, находившейся всю ночь въ соприкосновеніи съ порами фильтра, такъ и во время непрерывнаго дѣйствія фильтра. Результаты этихъ анализовъ помѣщены въ таблицѣ XIV. Въ этомъ приборѣ обыкновенно профильтровывалось около 2 литровъ воды въ часъ.

Таблица XIV.

ОБРАЗЦЫ ВОДЫ.	Кислорода, отданнаго хамелеономъ.	Амміака.	На 100 част. до фильтраціи, послѣ фильтраціи получилось: Кислорода, отданнаго хамелеономъ.	Амміака.
1880 года 7-го апрѣля. Вода до фильтраціи.	**9,07**	**2,35**		
„ „ „ „ „ послѣ $15^1/_2$ часовъ остановки фильтраціи . .	6,93	1,27	76,4	54,0
„ „ „ „ „ послѣ $1^1/_2$ часовой постоянной фильтраціи	7,81	1,94	86,1	82,5
„ „ „ „ „ послѣ $6^1/_2$ часовой постоянной фильтраціи	8,18	1,94	90,1	82,5
„ „ 8-го „ „ до фильтраціи	**9,09**	**2,12**		
„ „ „ „ „ послѣ $17^1/_2$ часовъ остановки фильтраціи . .	7,10	0,93	78,1	43,8
„ „ „ „ „ послѣ $1^1/_2$ часовой постоянной фильтраціи	8,20	1,74	90,2	82,0

Рѣзкая разница въ цифрахъ, полученныхъ при анализѣ порцій воды послѣ ночныхъ остановокъ и во время непрерывнаго дѣйствія фильтра, навела насъ на мысль подробнѣе прослѣдить вліяніе продолжительности соприкосновенія воды съ фильтрующимъ матеріаломъ на качество очистки ея.

Рядъ опытовъ былъ произведенъ нами въ двухъ трубахъ длиною около 1,5 м. и въ 54 мм. въ діаметрѣ. Толщина песочнаго слоя равнялась 0,84 м. Остальныя условія, относящіяся къ устройству и помѣщенію фильтровъ, а также къ способу притеченія воды, были тѣ же, какъ и въ предъидущемъ опытѣ.

Фильтрація начата 3-го мая и продолжалась съ остановками до 18-го мая, причемъ песокъ обоихъ фильтровъ все время находился подъ водою. Затѣмъ вода была спущена и впродолженіи 70 часовъ былъ открытъ

доступъ воздуха въ поры фильтровъ. 21-го мая въ $1^1/_2$ часа дня снова начата фильтрація. Обстоятельства, при которыхъ мы брали фильтруемую воду для анализовъ, и результаты этихъ анализовъ помѣщены въ табл. XV. Не лишнее упомянуть здѣсь, что во все время опытовъ скорость теченія воды въ фильтрѣ *b* была нѣсколько больше скорости въ фильтрѣ *a*, что, при одинаковой толщинѣ слоевъ песка и одномъ уровнѣ жидкости въ обоихъ фильтрахъ, можно объяснить различной порозностью фильтрующаго матеріала. Этой разницей въ порозности вѣроятно и обусловливалась неодинаковость результатовъ, полученныхъ нами при анализахъ воды изъ каждаго фильтра.

Опредѣленія амміака, какъ въ нижеприведенныхъ опытахъ, такъ и въ анализахъ помѣщенныхъ въ таблицѣ X, производились уже не по способу Флека, а по цвѣтовому способу Фокса, точность котораго была провѣрена въ гигіенической лабораторіи Медико-Хирургической Академіи В. Н. Сиротининымъ [1]).

[1]) Здоровье, научно-популярный гигіеническій журналъ. Органъ Русскаго Общества Охраненія Народнаго Здравія 1880 г., № 148, стр. 417, и № 149, стр. 439.

Таблица XV.

ОБРАЗЦЫ ВОДЫ.	Кислорода, отданнаго хамелеономъ.	Амміака.	Азотной кислоты.	На 100 час. до фильтраціи послѣ фильтраціи получилось. Кислор. отданнаго хамелеономъ	Амміака.	Азотной кислоты
1880 года 5 мая. Вода до фильтраціи.	**15,02**	**1,20**	**1,21**	—	—	—
Послѣ 20 часовой остановки фильтраціи начата фильтр. и взята вода изъ фильтра **a** . .	13,71	0,35	4.52	91,2	29,1	373,5
„ „ **b** . .	13,58	0,40	4,73	90,4	33,3	390,9
Послѣ 5 часовой постоянной фильтраціи (около 3 литровъ въ часъ) изъ фильтра **a** . . .	13,33	1,10	—	88,7	91,6	—
„ „ **b** . . .	12,95	1,15	—	86,2	95,8	—
„ 6 мая. Послѣ $3^1/_2$ часовой постоянной фильтраціи (около $3^1/_2$ л. въ часъ) взята вода изъ фильтра. . . . . **a** . .	13,33	1,00	—	88,7	83,3	—
изъ фильтра . **b** . .	13,20	1,05	—	87,8	87,5	—
„ 8 мая. Вода до фильтраціи.	**14,85**	**1,20**	**1,50**	—	—	—
Послѣ 45 часовой остановки фильтраціи взята вода изъ фильтра. . . . . **a** . .	13,20	0,40	3,68	88,9	33,3	245,3
изъ фильтра. . **b** . .	14,60	0,60	1,61	98,3	50,0	106,6
Фильтрація продолжалась 3 часа, послѣ чего была остановлена почти на 8 сутокъ (191 часъ).						
„ 16 мая. Вода до фильтраціи.	**14,73**	**1,20**	—	—	—	—
Послѣ 191 часов. остановки фильтраціи, изъ фильтра **a** . .	17,20	1,90	—	116,8	158,3	—
„ „ **b** . .	19,86	2,00	—	134,8	166,6	—
„ 18 мая. Вода съ фильтръ была спущена и поры фильтра впродолженіи 70 часовъ находились въ соприкосновеніи съ воздухомъ. 21 мая начата фильтрація и черезъ сутки взяты пробы для анализа.						
„ 22 мая. Вода до фильтраціи.	**21,01**	**1,10**	—	—	—	—
Послѣ 20 час. остановки фильтраціи изъ фильтра. . . . **a** .	16,12	0,30	—	76,7	27,2	—
„ „ . . . . . **b** .	16,46	0,35	—	78,3	31,8	—
„ 22 мая. Послѣ часовой фильтраціи со скоростью около $3^1/_2$ л. въ часъ. Вода изъ фильтра . . . . **a** .	19,80	0,85	—	94,2	77,2	—
„ „ „ . . . . **b** .	19,80	1,00	—	94,2	90,9	—
Послѣ $2^1/_2$ часовой постоянной фильтраціи, причемъ профильтровывалось около 3 л. въ часъ. Вода изъ фильтра . . . . **a** .	19,04	0,70	—	90,6	63,6	—
„ „ „ . . . . **b** .	19,12	0,90	—	90,6	81,8	—
„ 24 мая. Вода до фильтраціи.	**22,30**	**0,95**	—	—	—	—
Послѣ $3^1/_2$ часовъ фильтраціи, причемъ профильтр. около $2^1/_2$ л. въ часъ. Взята вода изъ фильтра . **a** .	20,89	0,50	—	93,6	52,6	—
„ „ . **b** .	21,09	0,65	—	94,5	68,4	—

Изъ цифръ, приведенныхъ въ табл. XV, ясно видно, что степень очистки главнымъ образомъ зависитъ отъ времени соприкосновенія фильтрующейся жидкости съ пескомъ. При этомъ, какъ быстрое протеканіе, такъ и долгое застаиванье жидкости одинаково неблагопріятно вліяютъ на качество фильтрата. Въ первомъ случаѣ жидкость не успѣваетъ претерпѣть достаточныхъ измѣненій въ своемъ составѣ, во второмъ подвергается процессамъ, значительно ухудшающимъ ея качества. Было бы конечно весьма интересно опредѣлить въ этихъ случаяхъ максимумъ возможной очистки и продолжительность соприкосновенія жидкости съ пескомъ, соотвѣтствующую этому максимуму; но это потребовало бы много новыхъ опытовъ и слишкомъ отдалило бы насъ отъ имѣвшейся въ виду работы, цѣль которой намѣтить общія и главныя условія, способствующія фильтраціи, не входя въ ихъ детальную разработку.

И такъ изъ приведенныхъ опытовъ намъ становится яснымъ, во первыхъ, что главную роль при фильтраціи играетъ песокъ, подвергая составныя части воды химическому превращенію, и во вторыхъ, что непостоянство получаемыхъ при фильтраціи результатовъ находится въ прямой зависимости отъ времени соприкосновенія жидкости съ пескомъ.

Послѣднее легко провѣрить, производя только качественныя пробы на фильтрующуюся воду при различныхъ условіяхъ. Измѣняя эти условія, мы, даже безъ вліянія воздуха, по произволу можемъ или получать воду въ томъ же составѣ, или съ значительными измѣненіями.

Изъ сказаннаго легко понять, какую важную роль играютъ при фильтраціи медленность прохожденія жидкости чрезъ фильтрующіе слои и толщина слоя песка, который при томъ долженъ быть довольно мелокъ.

Этимъ собственно и заканчивается наша работа. Впрочемъ мы позволимъ себѣ упомянуть еще о нѣсколькихъ, хотя и не полныхъ опытахъ, но все-таки дающихъ понятіе о вліяніи доступа воздуха при фильтраціи на находящіяся въ водѣ легкоокисляемыя органическія вещества и амміакъ и о прокаленномъ пескѣ, какъ фильтрующемъ матеріалѣ.

Опыты эти производились слѣдующимъ образомъ. Въ употребленные нами въ предыдущихъ опытахъ фильтры *a* и *b* былъ открытъ доступъ воздуха и 27-го мая въ каждый фильтръ 3 раза наливалось по 1 литру воды съ такими промежутками (около 1 часу), чтобы прежде налитая вода успѣвала вытечь и поры фильтра опять наполнились бы воздухомъ. Въ таблицѣ XVI показаны результаты этихъ опытовъ.

Таблица XVI.

ОБРАЗЦЫ ВОДЫ.	Кислорода отданнаго хамелеон.	Аммiака.	На 100 ч. до фильт. послѣ фильтрац. получилось. Кислорода отданнаго хамелеон.	Аммiака.
27-го мая 1880 года. Вода до фильтрацiи	**21,71**	**0,95**	—	—
„ „ „ „ „ Вода послѣ фильтр. черезъ фильтръ *a* . . .	20,48	0,32	94,3	33,6
„ „ „ „ „ черезъ фильтръ *b* . . .	20,95	0,37	96,4	38,9
черезъ фильтръ *a* . . .	20,08	0,28	92,4	29,4
черезъ фильтръ *b* . . .	20,57	0,33	94,7	34,7
черезъ фильтръ *a* . . .	20,27	0,30	93,3	31,5
черезъ фильтръ *b* . . .	20,61	0,35	94,9	36,7

Второй рядъ опытовъ былъ предпринятъ 3-го iюня и разнился отъ предыдущаго только тѣмъ, что вода наливалась на каждый фильтръ по 100 к. с. черезъ 10 минутные промежутки. Стекающая впродолженiи часа вода бралась для анализа. Результаты этихъ опытовъ показаны въ таблицѣ XVII.

Таблица XVII.

ОБРАЗЦЫ ВОДЫ.	Кислорода отданнаго хамелеон.	Аммiака.	На 100 ч. до фильтрацiи, послѣ фильтрацiи получилось. Кислорода отданнаго хамелеон.	Аммiака.
3-го iюня 1880 года. Вода до фильтрацiи	**20,65**	**0,95**	—	—
Вода послѣ фильтрацiи черезъ фильтръ *a* . . .	19,47	0,28	94,2	29,4
„ „ *b* . . .	19,55	0,28	94,6	29,4
„ „ *a* . . .	19,47	0,28	94,2	29,4
„ „ *b* . . .	19,51	0,28	94,4	29,4
„ „ *a* . . .	19,47	0,28	94,2	29,4
„ „ *b* . . .	19,47	0,28	94,2	29,4

Въ таблицѣ XVIII показаны опыты надъ фильтрацiей одной и той же воды черезъ прокаленный и не прокаленный песокъ. Для прокаливанья взятъ былъ песокъ изъ фильтра служившаго въ первыхъ опытахъ (табл. XIII), очищающее дѣйствiе котораго было уже извѣстно. Вышина слоевъ, какъ въ томъ, такъ и въ другомъ фильтрѣ была 0,762 м.

Таблица XVIII.

ОБРАЗЦЫ ВОДЫ.	Кислорода отданнаго хамелеон.	Аммiака.	На 100 ч. до фильт. послѣ фильт. получ. Кислорода отданнаго хамел.	Аммiака.
19-го iюня 1880 года. Вода до фильтрацiи	**24,55**	**2,30**	—	—
„ „ „ „ Послѣ фильтрацiи черезъ прокаленный песокъ: со скоростью 4 литровъ въ часъ.	22,09	2,25	91,09	97,82
„ „ 2700 к. сент. . .	21,84	2,25	90,06	97,82
„ „ 1300 к. сент. . .	21,33	2,25	87,95	97,82
Послѣ фильтрацiи съ доступомъ воздуха, при чемъ на фильтръ черезъ каждые 10 м. наливалось по 100 к. сент. воды.	21,71	2,20	89,52	95,65
20-го iюня 1880 года. Послѣ 17 час. останов. фильтрацiи	18,79	2,20	77,48	95,65
19-го iюня 1880 года. Послѣ фильтрацiи черезъ не прокаленный песокъ. со скоростью $3^1/_2$ литр въ часъ.	23,23	2,00	95,79	86,95
20-го „ „ „ Послѣ 17ч. останов. фильтрацiи.	17,77	0,45	73,27	19,56

Въ виду неполноты и малочисленности этихъ послѣднихъ опытовъ мы воздержимся отъ какихъ бы то ни было выводовъ изъ нихъ. Укажемъ только на нѣкоторыя, обратившiя наше вниманiе, особенности.

Что касается таблицъ XVI и XVII, то рѣзче всего бросается въ глаза, какъ однообразiе полученныхъ въ различныхъ опытахъ результатовъ, такъ и то, что ни разу не получилось большаго уменьшенiя аммiака и легкоокисляющихся органическихъ веществъ чѣмъ то, котораго мы достигали и безъ доступа воздуха.

Цифры, полученныя въ таблицѣ XVIII, невольно наводятъ на мысль, что здѣсь играютъ роль тѣ же процессы, которыхъ мы уже коснулись, говоря объ опытахъ Schlösing'a и Müntz'a, Soyka, Falk'a и др.

Въ заключенiе мы позволимъ себѣ сдѣлать нѣсколько общихъ выводовъ о фильтрацiи,—выводовъ, сложившихся у насъ, какъ подъ влiянiемъ собственныхъ опытовъ, такъ и изученiя нѣкоторыхъ иностранныхъ работъ по этому вопросу:

1) Дѣятельность песочнаго фильтра можетъ быть сведена на: а) Чисто механическую, задерживающую въ порахъ взвѣшенныя вещества и часть

растворенныхъ веществъ и b) химическую, т. е. окисленіе проходящихъ черезъ фильтръ, а также и задержанныхъ въ немъ прежде веществъ.

2) Механическое дѣйствіе фильтра ведетъ постепенно къ полному насыщенію фильтра задержанными веществами и прекращенію способности его дѣйствовать очищающимъ образомъ.

3) Химическое ведетъ какъ бы къ самоочищенію фильтра, способствуя выведенію задержанныхъ продуктовъ въ новой, безвредной для здоровья человѣка формѣ.

4) Механическое дѣйствіе фильтра проявляется всего сильнѣе при абсолютной чистотѣ фильтрующаго матеріала.

5) Химическое требуетъ извѣстнаго накопленія въ порахъ матеріала перегнойныхъ веществъ, служащихъ почвою для развитія тѣхъ низшихъ организованныхъ формъ, которыя играютъ еще не вполнѣ выясненную роль въ переводѣ органической матеріи въ неорганическія соединенія.

6) Общія условія для успѣшнаго дѣйствія фильтра заключаются въ возможно долгомъ (до извѣстныхъ однако предѣловъ) соприкосновеніи жидкости съ фильтрующимъ матеріаломъ и въ возможно обширной поверхности этого соприкосновенія. Это достигается:

a) мелкостью фильтровальнаго матеріала, обусловливающей многочисленность и узкость поръ.

b) толщиною слоя фильтрующаго матеріала и

c) медленностью протеканія фильтрующейся жидкости.

7) Жидкость должна быть не слишкомъ загрязненною, такъ какъ фильтръ можетъ задержать и обработать химически только опредѣленное количество извѣстныхъ веществъ.

8) Для успѣшнаго химическаго очищенія жидкость должна обладать значительнымъ содержаніемъ растворенныхъ въ ней кислорода.

Частныя положенія, вытекающія изъ нашей работы, подробно разобраны въ текстѣ, а потому повтореніе ихъ считаемъ излишнимъ.

ПОЛОЖЕНІЯ.

1. Привычка къ постоянному употребленію морфія можетъ быть излѣчена прекращеніемъ сразу его пріемовъ и замѣною ихъ небольшими дозами крѣпкаго вина.
2. Назначеніе минимальныхъ (переносимыхъ организмомъ) и постепенно увеличиваемыхъ пріемовъ хинина лицамъ, непереносящимъ обыкновенныхъ дозъ его, иногда уже черезъ нѣсколько дней дѣлаетъ возможнымъ переходъ къ полнымъ терапевтическимъ пріемамъ.
3. Начинающійся рожистый процессъ можетъ быть иногда купируемъ энергичнымъ смазываньемъ пораженной имъ кожи іодовой настойкой.
4. Транспортированіе зимой больныхъ сыпнымъ тифомъ, требуя тщательнаго предохраненія ихъ отъ отмораживаній, само по себѣ не оказываетъ неблагопріятнаго вліянія на теченіе болѣзни.
5. Практиковавшееся въ нѣкоторыхъ земствахъ обязательное удаленіе сифилитиковъ изъ семьи и помѣщеніе ихъ въ больницу—не оправдало возлагавшихся на эту мѣру надеждъ и, какъ заставляющее больныхъ скрываться отъ врача и тѣмъ становиться гораздо опаснѣе для окружающихъ,—должно быть оставлено.
6. Образованіе оспопрививательнаго персонала изъ женщинъ—значительно расширитъ примѣненіе этой предохранительной мѣры въ массѣ народа.

№ 12599

Инв. НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА 1-го Харьк. Мед. Института