

8.

# О ГИГИЕНИЧЕСКОМЪ ЗНАЧЕНИИ

465

РАСТВОРЕННОГО ВЪ ВОДѢ КИСЛОРОДА.

Экспериментальное изслѣдованіе изъ Гигиенической Лабораторіи  
ИМПЕРАТОРСКАГО Варшавскаго Университета.

Диссертація на степень доктора медицины

И. Ф. СЕМЕНСКАГО.

1952 г.

~~465~~

БИБЛИОТЕКА  
СТУДЕНТОВЪ-МЕДИКОВЪ  
№ ~~465~~  
Новоинженерскаго университета.

2012

ВАРШАВА

Печатано въ Типографіи Варшавскаго Института Глухонѣмыхъ.

1888.

ИНВЕНТАР  
№ 18203

1972

Печатано по опредѣленію Совѣта ИМПЕРАТОРСКАГО  
Варшавскаго Университета. 4 Мая 1888 года.

Ректоръ Университета *Н. Лавровскій.*

Секретарь Совѣта и Правленія *Нескій.*

613



Въ поискахъ за надёжнымъ критеріемъ для оцѣнки годности воды для питья, современная гигиѣна по временамъ выдвигаетъ, какъ увидимъ ниже, содержаніе въ водѣ растворенныхъ газовъ атмосферы и преимущественно свободного кислорода, считая его выразителемъ интенсивности совершающихся въ водѣ процессовъ разложенія органическихъ веществъ и самой органической жизни, при чемъ какъ то, такъ и другое стоитъ въ весьма вѣроятной связи съ эмпирически установленными болѣзнетворными вліяніями воды.

Теоретически количественное отношеніе свободного кислорода воды къ упомянутымъ процессамъ таково, что при большей интенсивности ихъ, потребленіе кислорода идетъ быстрѣе, чѣмъ его раствореніе сообразно температурѣ и давленію и, на оборотъ, при малой интенсивности или въ отсутствіи этихъ процессовъ, потребленіе кислорода и новое раствореніе его идутъ одинаково быстро. Зная, слѣдовательно, величину растворимости кислорода въ водѣ при данныхъ условіяхъ т. е. при данной температурѣ и данномъ парціальномъ давленіи и сравнивая ее съ выдѣленнымъ изъ воды количествомъ этого газа, можно вывести вѣроятное заключеніе о размѣрахъ и быстротѣ процессовъ окисленія, совершающихся въ испытуемой водѣ.

Такое простое соотношеніе двухъ этихъ величинъ, которое только ѣ можетъ дать точное понятіе о дефицитѣ или о равновѣсіи растворенія и потребленія въ водѣ кислорода вполне примѣнимо только къ открытымъ водянымъ скопленіямъ, какъ то: къ рѣкамъ, озерамъ, прудамъ и прочь. Подпочвенная вода, питающая часто вычерпываемые колодцы, находясь въ соприкосновеніи съ воздухомъ почвы, измѣннаго и непостояннаго состава, въ другихъ температурныхъ и барометрическихъ условіяхъ, не можетъ дать названной нормы,

на которую позволительно было бы опираться при сужденіи о потребленіи кислорода водою; здѣсь, слѣдовательно, количество кислорода, растворенное въ водѣ, можетъ быть опредѣляемо лишь по сравненію съ большимъ числомъ данныхъ о среднемъ содержаніи его въ водѣ различныхъ колодцевъ или въ одномъ и томъ же въ разное время.

Цѣлымъ рядомъ приводимыхъ ниже изслѣдованій, произведенныхъ какъ съ естественными водами, такъ и съ искусственными растворами органическихъ веществъ въ завѣдомо чистой водѣ, содержащей близкое къ нормальному количество кислорода, доказано значительное и быстрое пониженіе и даже полное исчезаніе его, въ случаѣ значительнаго загрязненія воды легко окисляющимися органическими веществами.

Изслѣдованія водъ Темзы, Сены и другихъ рѣкъ показали, что выше мѣстъ загрязненія, онѣ содержатъ близкое къ нормѣ количество кислорода, между тѣмъ какъ ниже этихъ мѣстъ оно рѣзко уменьшено или даже падаетъ до нуля.

*Рейхардтъ* \*) смѣшивалъ одинъ литръ дождевой воды съ торфомъ, опредѣлялъ время отъ времени составъ растворенныхъ въ ней газовъ и нашелъ слѣдующее:

	Въ началѣ опыта.	По истеченіи 5 часовъ.	По истеченіи 48 часовъ.
Кислорода	22%	5,9%	слѣды
Азота	64,8%	79,6%	50%
Угольной кислоты	13,2%	14,5%	50%.

Сообразно уменьшенію количества раствореннаго въ водѣ кислорода всегда наблюдалось, какъ увидимъ ниже, уменьшеніе количества органическихъ веществъ, загрязняющихъ воду; отсюда вытекаетъ предположеніе, что загрязненная вода въ соприкосновеніи съ воздухомъ, поглощая постоянно кислородъ послѣдняго, можетъ съ теченіемъ времени освободиться отъ загрязняющихъ ее органическихъ веществъ при благопріятныхъ для этого условіяхъ.

\*) *Ferdinand Fischer*. Die Chemische Technologie des Wassers. Braunschweig 1878 стр. 76.

Послѣдняя роль кислорода, именно какъ агента, способствующаго природному очищенію загрязненной воды, въ приложеніи къ такъ называемому „самоочищенію рѣкъ“, была предметомъ многочисленныхъ изслѣдованій.

Въ странахъ съ большою промышленностью, при концентраціи большого числа жителей на ограниченномъ пространствѣ, гдѣ, слѣдовательно, даны всѣ условія для загрязненія рѣкъ, въ которыя обыкновенно стекаютъ городскія нечистоты и фабричныя отбросы, гдѣ загрязненіе рѣчной воды, служащей для водоснабженія тысячъ фабрикъ, милліоновъ жителей, достигало и достигаетъ ужасающихъ размѣровъ, вопросъ объ очищеніи воды пріобрѣтаетъ первостепенное значеніе.

Для устраненія зла и пріисканія способовъ очищенія воды были назначаемы цѣлыя комиссіи изъ химиковъ и гигиенистовъ. Всѣ искусственные способы очищенія загрязненной рѣчной воды, равно какъ и измѣненіе способовъ удаленія нечистотъ, сопряжены съ громадными матеріальными затратами; поэтому уже во многихъ мѣстахъ было обращено большое вниманіе на способность рѣкъ къ самоочищенію путемъ окисленія до послѣднихъ продуктовъ загрязняющихъ воду органическихъ веществъ, раствореннымъ въ водѣ кислородомъ. При быстротѣ окислительныхъ процессовъ и, слѣдовательно, при возможности воспользоваться такою самоочищенною водою не вдалекѣ отъ мѣста загрязненія, надѣялись получить чистую воду при сравнительно небольшихъ затратахъ. Но цѣлый рядъ опытовъ, предпринятыхъ съ загрязненною водою въ различныхъ разстояніяхъ отъ мѣста загрязненія, а равно рядъ лабораторныхъ опытовъ съ искусственно загрязненною водою показали, что если загрязненная вода и безусловно подвергается процессу самоочищенія (хотя не исключительно помощію раствореннаго въ водѣ кислорода), то такая самоочищенная вода уже не можетъ служить для того населенія, которое ее загрязнило, такъ какъ пріобрѣтаетъ надлежащую чистоту только на значительномъ разстояніи отъ мѣста загрязненія, именно на разстояніи нѣсколькихъ десятковъ верстъ.

Въ Англіи \*), гдѣ по теченію какой нибудь маловодной рѣки расположено много фабричныхъ городовъ, загрязненіе

\*) Эрисманъ. Курсъ Гигіены 1887. Томъ I стр. 186.

рѣкъ достигло особенно большихъ размѣровъ. Загрязненіе Темзы подѣ Лондономъ дошло до того, что вода ея ничѣмъ не отличалась отъ клоачной жидкости и лѣтомъ 1855 года, по словамъ Фарадѣй, даже яркіе бѣлые предметы, брошенные въ воду, переставали быть видимыми на глубинѣ одного дюйма подѣ поверхностью воды, не смотря на яркое солнечное освѣщеніе.

Такъ какъ въ подобномъ состояніи находились и другія англійскія рѣки, то въ 1865 году была, какъ извѣстно, назначена правительствомъ комиссія, которая должна была изучить какъ причины этого бѣдствія, такъ и указать средства къ его устраненію. Отчеты этой комиссіи раскрыли картину неслыханной порчи рѣчной воды городскими нечистотами и фабричными отбросами, такъ какъ жители не стѣснялись спускать и бросать въ рѣки все ненужное въ хозяйствѣ или промышленности; въ рѣки попадали не только фабричные отбросы и городскія нечистоты, но также трупы домашнихъ животныхъ: кошекъ, собакъ, лошадей и прочь. Такъ напр.: въ небольшую рѣку Брэдфордъ—Бэкъ попадали экскременты 140 тысячъ жителей, кухонныя помои и другія нечистоты всего города, фабричные отбросы 330 фабрикъ и заводовъ. Вслѣдствіе этого вода этой рѣки представляла мутную, черную, зловонную жидкость, ничѣмъ не отличавшуюся отъ клоачной жидкости. Измѣненія воды этой рѣки во время протеканія ея черезъ городъ, видны изъ слѣдующей таблицы: \*)

(Цифры выражаютъ милиграммы въ литрѣ воды).

I. Растворенныя составныя части вообще.	Рѣчная вода выше города	Рѣчная вода ниже города.
Органическаго углерода . . .	440	755
„ азота . . . . .	0,8	40,2
Амміяка . . . . .	1,0	12,2
Азота въ видѣ нитратовъ и нитритовъ . . . . .	2,7	0
Хлора . . . . .	18,7	54,5

\*) I. с. стр. 186 и 187.

2. Вывѣшенныя составныя части.	выше города.	ниже города.	
Органическихъ . . . . .	слѣды	360,5	
Неорганическихъ . . . . .	слѣды	159,5	
Жесткость {	устраняемая . . . . .	1,34°	10,76°
	постоянная . . . . .	10,46°	13,75°
	общая . . . . .	11,86°	24,51°
Температура . . . . .	13,8° С.	30,5° С.	

Въ своихъ отчетахъ о загрязненіи рѣкъ упомянутая англійская комиссія \*) описываетъ долины рѣкъ: Темзы, Ли (Lee), Айръ (Aire), Кальдеръ, Рибль и Мерсей. На берегахъ рѣки Ирвель, на пространствѣ  $7\frac{3}{4}$  англійскихъ миль находится 235 фабрикъ и промышленныхъ заведеній; въ эту рѣку открываются каналы города Манчестера, приносящіе громадныя количества отбросовъ и городскихъ нечистотъ; лѣтомъ въ водѣ происходятъ процессы броженія и вслѣдствіе этого она до извѣстной степени очищается; зимою содержитъ больше органическихъ веществъ нежели лѣтомъ \*\*).

„Рѣки Айръ и Кальдеръ \*\*\*) и ихъ притоки загрязняются вслѣдствіе того, что въ нихъ ежегодно спускаются сотни тысячъ тоннъ золы и шлака изъ паровиковъ, плавильныхъ печей, желѣзныхъ заводовъ и различныхъ домашнихъ очаговъ. Рѣки это превращены въ мѣсто, куда бросаются и при этомъ въ значительномъ количествѣ разбитая посуда и негодныя металлическія орудія. Въ нихъ же кидаютъ кирпичи изъ кирпичныхъ заводовъ и старыхъ зданій, землю, камни, известку и соръ съ дорогъ и улицъ. Въ эти же рѣки выбрасываются негодныя краски и различные твердые предметы, употребляемые при изготовленіи различнаго гаруса и шерсти; въ тѣже самыя рѣки летятъ тысячи труновъ различныхъ животныхъ:

\*) I и II Reportes of the river pollution Commission (помѣщены въ Deutsche Vierteljahrsschrift für Öffentliche Gesundheitspflege 1871 стр. 278 и 279.

\*\*) I. с. стр. 279.

\*\*\*) А Бѣкъ. Руководство по Гигіенѣ и Общественному Здоровью. 1880. томъ I стр. 407, 408.

собакъ, кошекъ, свиней и прочь; трупы эти свободно плаваютъ по поверхности рѣкъ или гниютъ на имѣющихся въ нихъ отмеляхъ; наконецъ въ эти рѣки стекаетъ, въ количествѣ нѣсколькихъ милліоновъ галлоновъ въ сутки отравленная, испорченная и переполненная различною грязью вода изъ красиленъ, заведеній для выведенія пятенъ, далѣе вода стекающая при обработкѣ шерстяныхъ и гарусныхъ матерій, при очисткѣ и дубленіи кожъ; туда же стекаютъ нечистоты изъ боенъ, городовъ и домовъ.”

Чтобы представить болѣе наглядно степень загрязненія воды этихъ рѣкъ, къ отчету приложенъ факсимиле и отпечатокъ окраски на реактивной бумажѣ, что кажется написаннымъ блѣдными чернилами и имѣетъ слѣдующее содержаніе:

The Stennard Works  
Wakefield 11 Aug. 1868.

„Не спрося разрѣшенія, представляемъ мѣстному санитарному Управленію Wakefield'a эту записку, написанную водою рѣки Кальдеръ, взятою возлѣ устья городского отводнаго канала. Еслибы ее могъ сопровождать господствующій тамъ запахъ, то она значительно выиграла бы въ интересѣ.

C. W. Clay.” \*)

Подобное же загрязненіе рѣчной воды имѣло мѣсто въ Сенѣ подъ Парижемъ. Засореніе ея \*\*) городскими нечистотами въ 60-хъ годахъ достигло такой сильной степени, что два раза, въ 1870 и 1875 годахъ правительство было вынуждено приказать городу очистить русло рѣки отъ громаднхъ массъ осѣвшего на днѣ ила.)

Въ Парижѣ \*\*\*) существуетъ громадная сѣть подземныхъ каналовъ, длиною въ 1500 километровъ, которые, соединяясь, образуютъ два главные канала впадающіе въ Сену подъ Парижемъ около Clichy и St. Denis. Первый каналъ 6,68 метровъ

\*) 3-й Англійскій Отчетъ (Цитировано у Шидловскаго: Очистка пескомъ воды для питья въ большихъ размѣрахъ 1881. стр. 22).

\*\*) Эрисманъ. Курсъ Гигіены 1887. Томъ I стр. 187.

\*\*\*) Deutsche Vierteljahrsschrift für Öffentliche Gesundheitspflege 1878. стр. 437.



шириною вводитьъ въ Сену около 215 тысячъ кубическихъ метровъ, второй 45 тысячъ кубическихъ метровъ ежедневно канальной жидкости, а оба въ годъ около 95 милліоновъ, а въ 1876 году 100 милліоновъ кубическихъ метровъ канальной жидкости. Загрязненіе Сены достигло громаднѣхъ размѣровъ; лѣтомъ рѣка распространяла сильное зловоніе; одна половина ея приняла темный цвѣтъ. Около Сlichy вся вода была непрозрачная и представляла одну темную массу. Это уже не была вода, а концентрированный растворъ органическихъ веществъ.

Поверхность рѣки была покрыта пузырями зловонныхъ газовъ; ниже St. Denis, т. е. ниже впаденія второго канала картина загрязненія достигла ужасающихъ размѣровъ: на рѣкѣ образовались иловыя мели, распространяющія невыносимое зловоніе, особенно лѣтомъ при теплой погодѣ. Между выдѣляющимися зловонными газами преобладалъ сѣроводородъ: вблизи рѣки чернѣли металлическіе предметы и предметы окрашенные металлическими красками.

Находящіяся повыше впаденія каналовъ водяныя растенія, свойственныя чистымъ рѣчнымъ водамъ, исчезали ниже впаденія ихъ; рыбы издыхали въ такомъ количествѣ, что цѣлыя ихъ кучи а даже мели накоплялись около береговъ, усиливая и безъ этого ужасное зловоніе; по распоряженію властей ихъ зарывали въ землю. Даже мяготѣлыя бѣжали отъ загрязненной воды и появлялись только 8 километровъ ниже впаденія второго канала, а рыбы появлялись еще 3 километра ниже. Подымались всеобщія жалобы на вредъ происходящій отъ такого загрязненія; прибрежные жители стали болѣть дизентеріею и возвратнымъ тифомъ, хотя послѣднее обстоятельство не выяснено вполне достоверно. Понятно, что такой воды нельзя было употреблять ни для какихъ надобностей и, кромѣ того, массы ила, образовавшія мели, препятствовали судоходству.

Поэтому Управленіе города Парижа въ 1867 году назначило комиссію для изслѣдованія степени загрязненія Сены и указанія способовъ ея очищенія. Этимъ былъ данъ толчокъ къ научнымъ изслѣдованіямъ въ этомъ направленіи и вскорѣ появился цѣлый рядъ работъ, и нѣкоторыя изъ нихъ имѣютъ всемірное значеніе.

Первое мѣсто занимаетъ, награжденная Академіей Наукъ, работа *Жерардена*, которую онъ озаглавилъ: „Объ способахъ оцѣнки и распознаванія степени загрязненія воды.“ \*)

Для этой цѣли *Жерарденз* предлагаетъ три метода:

1. Наблюденіе растений и мягкотѣлыхъ.
2. Микроскопическое изслѣдованіе водорослей и инфузорій и
3. Опредѣленіе количества поглощеннаго водою кислорода.

*Жерарденз* придаетъ еще значеніе и цвѣту рѣчной воды; по его мнѣнію голубоватый цвѣтъ говоритъ за чистоту воды; зеленый—за присутствіе въ водѣ солей металловъ, загрязненіе воды органическими веществами и присутствіе мириадовъ микроорганизмовъ или водорослей. Вода рѣки Сены голубая отъ источниковъ до *Corbeil* (впаденіе загрязненной рѣки *Estonne*); съ этого мѣста рѣка принимаетъ зеленоватый оттѣнокъ; въ предѣлахъ города принимаетъ на половину голубой, на половину зеленый оттѣнокъ, ниже Парижа вода Сены зеленая до самого моря. \*\*)

\*) *Deutsche Vierteljahrs. für Öffentl. Gesundh.* 1878. стр. 437 и слѣд.

\*\*) Загрязненіе Невы <sup>1)</sup> подъ Петербургомъ и каналовъ получающихъ изъ нея воду констатировано многими авторами. Проф. *Трантъ*, изслѣдуя въ 1848 году воды Ладожскаго озера, Невы, Малой Невки, Фонтанки, Екатерининскаго канала и Мойки нашелъслѣдующее:

(Милиграммы въ одномъ литрѣ)

	Общій остатокъ	Органическихъ веществъ	Неорганическихъ веществъ
Въ водѣ Ладожскаго Озера . . .	45,517	19,750	26,767
„ Невы . . .	55,466	22,660	32,806
„ Малой Невки	54,400	22,400	32,000
„ Фонтанки .	61,307	24,900	36,406
Екатерин. канала .	66,307	28,900	37,407
Мойки. . . . .	61,406	26,660	34,806

<sup>1)</sup> С. В. Шидловскій. Очистка пескомъ воды для питья etc. 1881 стр. 11, 12, 16.

Самымъ важнымъ и научнымъ способомъ для оцѣнки степени загрязненія воды органическими веществами, Жерарденъ считаетъ опредѣленіе количества раствореннаго въ водѣ кислорода; такъ какъ количество его измѣняется соотвѣтственно количеству органическихъ веществъ, то при уменьшеніи количества кислорода, а тѣмъ болѣе при его исчезновеніи, онъ судить объ количествѣ и состояніи органическихъ веществъ воды. Что существуетъ такое и подобное соотношеніе между кислородомъ и органическими веществами, подтверждено многочисленными анализами. Содержаніе газовъ въ рѣкахъ и ручьяхъ измѣняется вмѣстѣ съ чистотою воды; въ чистой водѣ кислородъ и азотъ находятся въ количествахъ близкихъ коэффиціентамъ ихъ растворимости; въ водѣ, содержащей легкоокисляющіяся органическія вещества, количество кислорода уменьшается и даже, при изобиліи органическихъ веществъ, исчезаетъ совершенно; количество угольной кислоты нарастаетъ, азотъ остается почти безъ измѣненія. *Миллеръ* \*), изслѣдуя газы Темзы выше и ниже Лондона, получили слѣдующіе результаты:

Профессоръ *Драгендорфъ* при анализахъ тѣхъ же водъ въ 1864 году нашелъ слѣдующее:

(Милиграммы въ одиомъ литрѣ)

	Сумма твердыхъ составныхъ частей	Горючихъ органич. вещ.	Органич. вещ. открываемыхъ марганцевокислымъ калиемъ.
Водопроводы . . . . .	50,02	14,56	16,8
Нева . . . . .	60,14	17,06	18,4
Крюковъ каналъ . . . . .	103,92	31,44	33,4
Мойка . . . . .	70,72	26,04	20,0
Екатерин. каналъ . . . . .	72,68	27,00	27,0
Фонтанка . . . . .	70,80	23,52	26,2
Обводный каналъ . . . . .	97,92	28,40	29,6

Вода Лиговскаго канала до вхожденія въ Петербургъ и въ предѣлахъ его представляетъ значительныя разницы относительно чистоты воды. Анализы составныхъ частей твердаго остатка пробъ

\*) *Wolffhügel. Wasserversorgung* стр. 46.

Книг- стонъ (выше города)	Гаммер- емить.	Соммер- сетъ.	Грин- вичъ.	Вуль- вичъ.	Эрять (ниже города).	
(Въ кубическихъ сантиметрахъ).						
Газовъ въ 1 литрѣ воды . . . .	52,7	—	62,9	71,25	63,05	74,3
Кислорода . .	7,4	4,1	1,5	0,25	0,25	1,8
Азота. . . .	15,0	15,1	16,2	15,4	14,5	15,5
Угольной ки- слоты. . . .	30,0	—	45,2	55,6	48,3	57,0
Отношеніе кисло- рода къ азоту	1:2	1:3,7	1:10,5	1:60,1	1:52,1	1:8,1

Изъ этой таблицы видно, что количество кислорода въ водѣ Темзы выше Лондона нормально (по среднимъ даннымъ); послѣ впаденія каналовъ содержаніе кислорода почти исчезаетъ и ниже Лондона опять возрастаетъ.

Д-ръ *Езерскій* \*) опредѣлялъ количество легкоокисляющихся органическихъ веществъ, амміака и раствореннаго кислорода въ водѣ Невы и каналовъ снабжаемыхъ водою ея на разныхъ мѣстахъ и нашелъ слѣдующее:

воды, взятыхъ на указанныхъ мѣстахъ дали слѣдующіе результаты: (*анализъ Розенблата*).

	Лиговка при входѣ ея въ городъ.	Лиговка въ чертѣ города.
Взвѣшенныхъ веществъ . . . .	80,3	89,1
Кислорода для окисленія орг. вещ. воды потребовалось . .	6,2	8,1
Бѣлочнаго амміака . . . .	0,2	0,9
Свободнаго амміака . . . .	1,2	1,7

\*) С. В. Шидловскій 1. с. стр. 18.

(Милиграммы на литръ воды)

	Кислорода отданнаго хамелеономъ для окисле- нія орг. вещ.	Амміака.	Свободнаго кислорода (куб. цент.).
Въ водѣ Невы противъ водо- проводной башни . . . . .	6,72	0,36	6,42
Въ водѣ Фонтанки у Анич- кова моста . . . . .	7,44	1,62	4,68
Въ водѣ Екатерининскаго ка- нала у Вознесенскаго моста . . . . .	7,12	1,73	4,15
Въ водѣ Мойки у Исакиев- ской площади . . . . .	7,12	1,37	5,8
Въ водѣ Обводнаго канала у Обуховскаго моста . . . . .	6,96	1,12	5,64

Выше было упомянуто, что *Жерарденъ* придаетъ значеніе цвѣту воды, а именно по цвѣту онъ судить объ чистотѣ ея; въ водѣ съ голубымъ оттѣнкомъ \*) (признакъ чистой воды) онъ находилъ 7—8 куб. сант. кислорода въ литрѣ воды; въ зеленой водѣ (признакъ загрязненія воды) 1 к. с. и даже ки-слородъ исчезалъ совершенно, при чемъ было подтверждено, что вода пересыщена веществами органическаго происхожденія.

*Жерарденъ*, принимая содержаніе кислорода за самый важный и надежный указатель чистоты воды \*\*), опредѣлялъ количество его въ газахъ Сены на многихъ мѣстахъ ея теченія, при чемъ онъ принималъ за норму 10 к. с. кислорода на одинъ литръ воды \*\*\*); недостающее до 10-и к. с. количество его, онъ считалъ потребленнымъ для окисленія органическихъ веществъ загрязняющихъ воду.

Исходною точкою для опредѣленія разстояній, онъ принималъ мостъ перекинутый черезъ Сену выше Парижа (Pont de

\*) Deutsche Vierteljahrs. für Öffent. Gesundh. 1878 стр. 440

\*\*\*) l. c. стр. 441.

\*\*\*) При 0° и 760mm давленія, вода, соотвѣтственно парціальному давленію кислорода и коэффициенту его растворимости, поглощаетъ около 9 к. с. кислорода (см. ниже).

la Tournelle). Результаты своихъ изслѣдованій онъ собралъ въ одну таблицу, которую озаглавилъ:

*„Таблица указывающая ходъ загрязненія воды Сены подгъ вліяніемъ парижской канальной жидкости и ходъ ея самоочищенія.”*

Откуда взята вода. (Разстояніе отъ моста de la Tournelle).	Среднее содержаніе кислорода въ мѣся- цахъ: Августъ, Сен- тябрь и Октябрь на литръ воды. (въ куб. сант.).	Количество кисло- рода, ушедшее на окисленіе органич. вещ., если принять за норму 10 к. с. на литръ воды. (въ куб. сант.).
35 километровъ выше Парижа	9,32	0,68
33 " " "	8,77	1,23
13 " " "	7,52	2,48
8 " " "	8,80	1,20
7 " " "	8,45	1,55
6 " " "	9,50	0,50
0 (Вступленіе Сены въ пре- дѣлы города) . . . .	8,05	1,95
8 километровъ ниже	5,99	4,01
10 " " "	5,69	4,31
12 " " "	5,40	4,60
17 " " "	5,32	4,68
23 " " "	5,34	4,66
23 (впаденіе въ рѣку Боль- шого Главнаго Канала)	1,75	8,25
24 километровъ ниже	4,60	5,40
26 " " "	4,07	5,93
28 " " "	2,65	7,35
29 к.м. (впаденіе Главнаго Сѣвернаго Канала) . .	1,02	8,98
30 километровъ ниже	1,02	8,98
31 " " "	1,02	8,98
35 " " "	1,05	8,95
40 " " "	1,45	8,55
45 " " "	1,54	8,46
49 " " "	1,61	8,39

Откуда взята вода. (Разстояніе отъ моста de la Tournelle).	Среднее содержаніе кислорода въ мѣся- цахъ: Августъ, Сен- тябрь и Октябрь на литръ воды. (въ куб. сант.).	Количество кисло- рода, ушедшее на окисленіе органич. вещ., если принять за норму 10 к. с. на литръ воды (въ куб сант.).
58 километровъ ниже	1,91	8,09
71 " "	3,74	6,26
78 " "	6,12	3,88
85 " "	7,07	2,93
93 " "	8,17	1,83
109 " "	8,96	1,04
150 " "	10,4	0
242 " "	10,42	0

Изъ этой таблицы видно, что вода Сены 6 километровъ выше моста de la Tournelle содержитъ еще 9,5 к. с. кислорода. Это содержаніе мало по малу уменьшается до 5,32 к. с. во время протеканія рѣки черезъ городъ до устья Большого Главнаго Канала, на высотѣ котораго содержаніе кислорода сразу падаетъ до 1,75 к. с., но на разстояніи 5 километровъ ниже уже достигаетъ 2,65 к. с., т. е. замѣчается поворотъ къ лучшему. Гораздо сильнѣе и продолжительнѣе загрязняющее вліяніе Сѣвернаго Канала, такъ какъ содержимое его гуще и въ немъ больше способныхъ къ гніенію веществъ, особенно испражнений. Тутъ мы видимъ прочное и продолжительное уменьшеніе количества кислорода, и повышеніе начинается только на разстояніи 42 километровъ ниже впаденія канала.

Какъ дополненіе къ таблицѣ приведено опредѣленіе количества органическаго азота воды, который не перешелъ ни въ амміакъ, ни въ нитраты, и котораго до впаденія перваго канала найдено 0,85 въ кубическомъ метрѣ воды, послѣ впаденія канала 1,5 а еще ниже 1,16; сейчасъ послѣ впаденія втораго канала 7,27 и только 64 километра ниже того падаетъ до 0,4.

Тотчасъ послѣ впаденія перваго канала погибаютъ рыбы, мягкотѣлыя и водяныя растенія въ правой половинѣ рѣки, не много ниже—во всей рѣкѣ. Мѣсто появленія рыбъ въ водѣ съ 1861 года все подвигается больше внизъ рѣки.

Въ 1874 году должны были удалить изъ рѣки 80 гектолитровъдохлыхъ рыбъ.

На всемъ этомъ пространствѣ Сена представляла одну большую клоаку, вода ея покрыта пѣной и вездѣ подымались пузыри газовъ, составъ которыхъ, согласно анализамъ Durand-Claye и Cessot слѣдующій:

Углеродородовъ	72,88%
Угольной кислоты	13,30%
Окиси углерода	2,54%
Сѣроводорода	6,70%
Азота и другихъ газовъ	4,58%

и ни слѣда кислорода!

Поглощеніемъ кислорода воздуха потеря эта выравнивается довольно медленно, такъ какъ только 49 километровъ ниже Парижа содержаніе кислорода достигаетъ того количества, которое наблюдалось до устья каналовъ и только 80 километровъ ниже Парижа вода Сены содержитъ кислорода столько, сколько содержала до вхожденія въ предѣлы города. Въ этомъ мѣстѣ она уже совершенно свободна отъ загрязненія городскими нечистотами и годна для всякаго употребленія.

Такое же важное значеніе за раствореннымъ въ водѣ кислородомъ признаетъ и *Albert Lévy*. \*) Количество кислорода раствореннаго въ водѣ, по Леви, можетъ дать полезныя указанія на количество органическихъ веществъ взвѣшенныхъ или растворенныхъ въ водѣ.

Авторъ этотъ опредѣлялъ количество кислорода въ водѣ Сены въ разныхъ мѣстахъ по ея теченію и получили результаты близкіе къ результатамъ *Жерардена*; содержаніе кислорода во всѣхъ его опредѣленіяхъ рѣзко уменьшалось послѣ впаденія въ рѣку канальныхъ нечистотъ. Произведенные имъ анализы относительно содержанія кислорода или, другими словами, загрязненія рѣки, доказали, что въ 1884 году загрязненіе Сены и maximum его подвинулось на нѣсколько километровъ ниже въ сравненіи съ результатами добытыми *Жерарденомъ*.

\*) Annuaire de l'Observatoire de Montsouris 1885 г. Oxygène dissous dans les eaux стр. 416 и слѣд.



Для своихъ опредѣленій *Леви* бралъ воду изъ однихъ и тѣхъ же мѣстъ въ промежуткахъ времени отъ нѣсколькихъ дней до нѣсколькихъ недѣль и нашелъ, что содержаніе кислорода колеблется въ весьма широкихъ предѣлахъ и находится въ полной зависимости отъ количества органическихъ веществъ воды. Колебанія въ содержаніи кислорода были незначительны для воды взятой выше города и напротивъ велики въ предѣлахъ города, а особенно послѣ впаденія городскихъ каналовъ.

Вотъ нѣкоторые результаты анализовъ *Леви* въ разное время.

Откуда взята вода.	Время изслѣдованія.	Количество кислорода на литръ воды.
1. 13 километровъ выше вступленія Сены въ предѣлы Парижа	1884 г. 29 Мая	9,93 mgr.
	„ 23 Юня	9,75 „
	„ 1 Юля	9,52 „
	Среднее	9,73 mgr.
2. 6 километровъ выше вступленія Сены въ предѣлы Парижа	1884 г. 29 Мая	9,53 mgr.
	„ 23 Юня	9,82 „
	„ 1 Юля	9,15 „
	„ 10 Юля	8,68 „
Среднее	9,3 mgr.	
3. Въ предѣлахъ города, 13 километровъ выше впаденія въ Сену Главнаго Канала	1884 г. 4 Юня	9,75 mgr.
	„ 2 Юля	8,55 „
	„ 28 Юля	8,33 „
	Среднее	8,88 mgr.
4. Въ предѣлахъ города, 5 километровъ выше впаденія Большаго Главнаго Канала	1884 г. 4 Юля	8,68 mgr.
	„ 28 Юля	8,77 „
	Среднее	8,73 mgr.

Откуда взята вода.	Время изслѣдованія.	Количество кисло- рода на литръ воды.
5. 5 километровъ ниже впаденія Большого Главнаго Канала	1884 г. 17 Юня	7,47 mgr.
	" 23 Юля	6,63 "
	" 30 Сентяб.	5,52 "
	" 15 Октябр.	7,32 "
	Среднее	6,74 mgr.
6. 8 километровъ ниже впаденія Большо- го Главнаго Кана- ла, 2 километра ниже впаденія Гла- внаго Сѣвернаго Канала	1884 г. 11 Юня	8,63 mgr.
	" 23 Юля	3,60 "
	" 30 Сентяб.	3,70 "
	" 15 Октябр.	6,38 "
	Среднее	5,58 mgr.
7. Ниже послѣдняго мѣста.	1884 г. 18 Юня	8,26 mgr.
	" 25 Юня	0,32 "
	Среднее	4,29 mgr.

Уменьшеніе количества кислорода въ водѣ Сены ниже впаденія каналовъ съ городскими нечистотами совпадало съ увеличеніемъ содержанія органическихъ веществъ въ водѣ и тѣмъ болѣе значительнымъ, чѣмъ ниже пало содержаніе кислорода и обратно, съ уменьшеніемъ количества органическихъ веществъ, количество кислорода сейчасъ же возросло.

Въ пробахъ воды взятой 30 Сентября изъ мѣсть ниже Парижа было найдено большое количество органическихъ веществъ, что отвѣчало уменьшенію количества кислорода съ 7,4 миллиграммовъ на 5,52 (№ 5) и съ 8,63 на 3,7 (№ 6).

Пятнадцать дней спустя количество органическихъ веществъ уменьшилось въ первой мѣстности на половину, а во второй на одну треть и количество кислорода поднялось въ первомъ случаѣ съ 5,52 на 7,32 mgr., во второмъ съ 3,7 на 6,38 mgr.

Замѣчательнъ результатъ приведенный подъ № 7 : 25 Юня вѣсь кислорода употребленный на окисленіе органическихъ веществъ удвоился противъ прежняго испытанія (18 Юня) и вмѣстѣ съ этимъ количество кислорода пало съ 8,26 на 0,32 mgr. въ литрѣ воды.

Подобное же соотношеніе между количествомъ органическихъ веществъ и раствореннымъ въ водѣ кислородомъ было наблюдаемо и другими авторами; такъ вода рукава рѣки *Весле* подъ Реймсомъ, сильно загрязненная нечистотами всякаго рода, содержала, по *Maumonté*, въ одномъ литрѣ воды 0,3 к. с. кислорода при температурѣ 18,8° С. и 0,4 к. с. при 9,9° С. \*).

На такихъ то опытныхъ данныхъ основывается предположеніе пользоваться количествомъ раствореннаго въ водѣ кислорода какъ показателемъ чистоты ея въ смыслѣ загрязненія органическими веществами; но показатель этотъ можетъ имѣть, конечно, только относительную важность, такъ какъ, во первыхъ, нѣтъ строгой пропорціональности между количествомъ органическихъ веществъ и количествомъ раствореннаго въ водѣ кислорода, какъ это видно изъ опытовъ *A. Lévy*, и во вторыхъ, мы не зная ни природы органическихъ веществъ, ни способности ихъ къ окисленію, ни дѣйствія на животный организмъ, не можемъ и оцѣнивать ихъ гигиеническаго значенія и по отношенію ихъ къ кислороду. Маленькія количества жадно поглощающихъ кислородъ органическихъ веществъ обнаружатся въ этомъ смыслѣ яснѣе нежели большія количества болѣе индифферентныхъ къ нему органическихъ веществъ и тогда мы можемъ произнести ложный приговоръ о гигиеническомъ достоинствѣ данной воды.

Какъ бы то ни было, изъ указаннаго, такъ сказать, антагонизма между органическими веществами и раствореннымъ въ водѣ кислородомъ вытекаетъ понятіе о т. н. „самоочищеніи“ воды, а въ частности рѣбъ.

Вліяніе воздуха (resp. кислорода) раствореннаго въ водѣ на самоочищеніе ея извѣстно давно; уже у *Плинія* \*\*) встрѣ-

\*) *H. A. Бунте*. Химическая Технологія воды. 1879 г. стр. 25.

\*\*) *F. Fischer*. Die Chem. Techn. des Wassers стр. 196.

чается мнѣніе, что вода очищается въ прикосновеніи съ воздухомъ; въ Константинополѣ \*) существовали водопроводы, въ которыхъ вода, помощью особенныхъ приспособленій, приводилась тонкими слоями въ прикосновеніе съ воздухомъ съ цѣлью окисленія содержащихся въ ней органическихъ веществъ.

*Парксъ* \*\*) упоминаетъ объ способѣ очищенія загрязненной воды помощью пропусканія ее на воздухѣ въ „раздѣльныхъ струяхъ.“ Способъ этотъ былъ предложенъ болѣе ста лѣтъ тому назадъ *Линдомъ* для водъ Западнаго берега Африки и съ тѣхъ поръ былъ часто употребляемъ. Воду пропускали черезъ рѣшето или черезъ оловянную или деревянную пластинку, снабженную множествомъ мелкихъ отверстій, такъ что она раздѣлялась на множество мелкихъ струей. Способъ этотъ употреблялся, по предложенію *Озбриджа*, въ королевскомъ флотѣ. „Прѣсная вода находящаяся въ бочкахъ, помощью ручного насоса подымалась кверху и падала на оловянные листы, снабженные мелкими отверстіями. При этомъ удалялись: сѣроводородъ, дурно пахучія органическія пары, и, какъ говорятъ, растворенныя органическія вещества.“

Дождевая вода \*\*\*) , содержащая въ свѣжемъ состояніи 26,9 к. с. газовъ въ одномъ литрѣ, послѣ шестидневнаго стоянія содержала только 22,4 к. с.; убыль совершилась на счетъ кислорода, при чемъ было констатировано уменьшеніе количества органическихъ веществъ.

Англійская Комиссія о загрязненіи рѣкъ дѣлала, между прочимъ, слѣдующаго рода опыты надъ смѣсью мочи съ водою \*\*\*\*): одинъ галлонъ мочи смѣшивался съ 3,077 галлонами воды; смѣсь эта отъ времени до времени встряхивалась съ воздухомъ и затѣмъ брались порціи для анализова.

\*) 1. с. стр. 197.

\*\*) *Д-ръ Эдмондъ Парксъ*. Руководство къ практической Гигіенѣ. 1869 г. стр. 73.

\*\*\*) *F. Fischer*. 1. с. стр. 76.

\*\*\*\*) *F. Fischer*. 1. с. стр. 197 а также *А. Бёкъ*. Руководство по Гигіенѣ и Общественному Здоровью. Томъ I. стр. 413.

			на 100000 воды	
			Органич. углерода	Органич. азота
Непосредственно вслѣдъ за				
смѣшиваніемъ	17	Февраля 1874 г.	0,282	0,243
	18	" "	0,298	0,251
	19	" "	0,244	0,255
	25	" "	0,214	0,259
	28	" "	0,214	0,296

Ch. Lauth \*) воспрепятствоваль гніенію парижской канальной жидкости встряхивая ее съ воздухомъ.

Выше было упомянуто, что при загрязненіи рѣкъ было обращено вниманіе на способность ихъ къ самоочищенію; не отвергая въ принципѣ этого явленія, многіе изслѣдователи пришли къ различнымъ результатамъ относительно быстроты этого процесса: одни наблюдатели находили, что самоочищеніе помощью окисленія происходитъ крайне медленно, другіе же наблюдали болѣе значительную быстроту. Кромѣ того подъ именемъ *самоочищенія* рѣчной воды нужно понимать не только одно окисленіе кислородомъ воздуха органическихъ веществъ воды, но и осѣданіе взвѣшенныхъ частицъ на дно рѣки, а равно и разведеніе свѣжими массами чистой воды притоковъ и почвенной воды, вливающихъ въ загрязненную рѣку.

Въ пользу быстрого самоочищенія рѣчной воды помощью окисленія органическихъ веществъ говорятъ опыты *Летеби* и другихъ авторовъ. *Летеби* \*\*) утверждаетъ, что грязная вода, смѣшанная съ 20-ью частями чистой воды, на разстояніи 12 англійскихъ миль отъ мѣста загрязненія, уже совершенно очищается и никакими средствами нельзя обнаружить присутствія загрязнившихъ ее раньше веществъ.

Рѣка *Wuppert* \*\*\*), принимающая въ себя около города *Эльберфельда* громадное количество фабричныхъ отбросовъ и другихъ нечистотъ, уже въ *Opladen* (нѣсколько миль ниже *Эльберфельда*) имѣетъ на столько чистую воду, что тамъ ее употребляютъ въ качествѣ весьма хорошей воды для спеціаль-

\*) *Wolffhügel*. Wasserversorgung стр. 44.

\*\*) 1. с. стр. 44.

\*\*\*) 1. с. стр. 43.

ныхъ красокъ на красильныхъ заводахъ, требующихъ особенно мягкой и чистой воды. *Шельгассъ, Бруннеръ и Эммерихъ* доказали, что рѣка *Изаръ*, протекающая 49-ью ручьями черезъ Мюнхенъ, при этомъ городѣ принимаетъ громадныя массы канальной жидкости и въ недалекомъ разстояніи (авторы не указываютъ ближе какое именно разстояніе) дѣлается совершенно свободной отъ загрязнившихъ ее примѣсей.

*Д-ръ Езерскій* \*) сдѣлалъ наблюденіе, „что загрязненіе Невы, производимое сточными трубами, въ быстромъ и открытомъ теченіи, исчезаетъ уже на разстояніи 10 сажень;” онъ судилъ объ этомъ по количеству амміака, которое на такомъ разстояніи было значительно уменьшено противъ наблюдаемаго количества его въ водѣ на мѣстѣ впаденія сточныхъ трубъ.

Въ озеро *Лочъ-Катринъ* \*\*) въ Шотландіи, изъ котораго получается вода для водопроводовъ Глазгова, впадаетъ цѣлый рядъ рѣкъ, которыя бывають до того переполнены вытяжными веществами торфа, что вода ихъ представляется совершенно коричневаго цвѣта. Между тѣмъ окраска воды въ озерѣ оказывается едва замѣтной въ томъ мѣстѣ, гдѣ она входитъ въ водопроводныя трубы, а вода, которую употребляютъ жители Глазгова, обыкновенно бываетъ свѣтлой и, по видимому, безцвѣтной.

Въ рѣку *Блекстонъ* \*\*\*) спускаются почти всѣ сточныя нечистоты города *Ворчестера* и, на разстояніи нѣсколькихъ миль ниже города, рѣка эта отличается сильнымъ зловоніемъ; на мѣстѣ же города *Блекстона* (ниже Ворчестера около 20 англійскихъ миль) рѣка представляетъ уже совершенно другія свойства и здѣсь ее предлагали въ качествѣ источника для водоснабженія.

Въ рѣку *Мерримакъ* спускаются всѣ жидкія нечистоты и фабричныя отбросы двухъ большихъ промышленныхъ городовъ: *Лауэля* и *Лауренса*.

Вотъ результатъ анализовъ этихъ рѣкъ на различныхъ мѣстахъ по ихъ теченію:

\*) *С. В. Шидловскій*. Очистка пескомъ воды для питья стр. 41,42 (примѣчаніе).

\*\*) *А. Бёкъ*. Руководство по Гигіенѣ и Общественному Здорью. 1880 г. Томъ I стр. 477.

\*) *И. с.* стр. 414, 415.

## 1. РѢКА БЛЕКСТОНЪ.

(Источникъ загрязненія ея городъ Ворчестеръ)

1873 годъ.

на 100000 воды

	Амміяка	Бѣлковин- наго амміяка	Твердаго остатка			Хлора
			Неорга- ниче- скихъ	Органи- ческихъ	Сумма при 2120 ф.	
1. Нѣсколько миль ниже Ворчестера . . . .	0,37	0,041	9,00	2,70	11,7	1,6
2. У <i>Мельбѣри</i> около 5 англійскихъ миль <i>ни- же</i> по теченію рѣки.	0,025	0,022	3,3	3,2	6,5	0,68
3. У <i>Блекстона</i> около 20 миль внизъ по рѣкѣ отъ Ворчестера . . .	0,005 0,004	0,015 0,016	3,88 2,76	2,2 2,32	6,08 5,08	0,52 0,40

## 2. РѢКА МЕРРИМАКЪ.

(Источникъ загрязненія ея города Лауэль и Лауренсъ)

1873 годъ.

на 100000 воды

	Амміяка	Бѣлковин- наго амміяка	Твердаго остатка			Хлора
			Неорга- ническ.	Органи- скихъ	Сум. при 2120 ф.	
1. Среднее изъ 11-и ис- пытаній воды взятой <i>выше</i> гор. <i>Лауэля</i> . . .	0,0047	0,0114	2,37	1,73	4,10	0,14
2. Среднее изъ 12-и ис- пытаній воды взятой <i>ниже</i> Лауэля и <i>выше</i> <i>Лауренса</i> . . . . .	0,044	0,0110	2,41	1,69	4,1	0,2
3. Среднее изъ 11-и ис- пытаній воды взятой <i>ниже</i> <i>Лауренса</i> . . .	0,031	0,0127	2,74	1,79	4,43	0,18

Авторъ указываетъ на тотъ странный фактъ, что въ водѣ рѣки Мерримака, взятой выше и ниже города Лауренса не наблюдалось того нарастанія количества органическихъ веществъ, котораго пужно было ожидать зная, что въ рѣку подѣ городомъ вливаются сточныя нечистоты съ испраженіями, фабричныя и мануфактурныя отбросы. Нужно прибавить, что порціи воды для изслѣдованія брались въ такомъ незначительномъ разстояніи отъ города, что не было никакой возможности допустить окисленія органическихъ веществъ въ столь непродолжительное время. Явленіе это авторъ объясняетъ разведеніемъ и справедливость этого предположенія старается доказать неменѣе страннымъ фактомъ, именно, что не смотря на то, что въ рѣку поступало множество хлористыхъ соединеній изъ бѣлильныхъ фабрикъ и со сточными нечистотами, однако количество хлора сейчасъ ниже города нисколько не увеличилось.

Противъ быстрого самоочищенія рѣкъ путемъ окисленія органическихъ веществъ воды раствореннымъ въ ней кислородомъ возстала комиссія по загрязненію англійскихъ рѣкъ. \*) Комиссія эта доказала, какъ анализами пробъ воды, взятой на различныхъ мѣстахъ одной и той же рѣки, такъ и опытами въ лабораторіи, что принимаемое быстрое окисленіе органическихъ веществъ, загрязняющихъ рѣку, похоже на сказку, что окисленіе это происходитъ въ дѣйствительности такъ медленно, что въ Англии нѣтъ ни одной достаточно для этого длинной рѣки, чтобы этимъ путемъ окислились загрязняющія воду органическія вещества. Между прочимъ комиссіей были произведены слѣдующіе опыты: извѣстное количество сточныхъ нечистотъ, разведенное 20-ью кратнымъ объемомъ чистой воды, переливалось въ формѣ небольшой струи изъ сосуда въ сосудъ, при чемъ въ результатѣ было получено весьма незначительное уменьшеніе количества органическихъ веществъ.

Въ концѣ концовъ комиссія признала, что не только теченіе воды на разстояніи 12 миль не достаточно для того, что-

---

\*) I и II Reportes of the river pollution Commission (помѣщены въ Deutsche Vierteljahrsschrift für Öffentliche Gesundheitspflege 1871 г. стр. 279 и слѣд.).



бы обусловить разрушеніе органическихъ веществъ сточныхъ нечистотъ, но что подобнаго разрушенія не получается даже и въ тѣхъ случаяхъ, когда вода протечетъ 160 миль. Съ другой стороны комиссія указываетъ, что принимаемое очищеніе рѣчной воды обусловливается исчезновеніемъ постороннихъ примѣсей не путемъ химическихъ процессовъ, а просто осѣданіемъ взвѣшенныхъ частицъ на дно рѣки, вслѣдствіе чего вода дѣйствительно черезъ нѣкоторое время является какъ будто чистой, между тѣмъ какъ на самомъ дѣлѣ находящіяся въ ней постороннія вещества перемѣнили лишь свое мѣстоположеніе и, осѣвъ на дно, становятся постояннымъ источникомъ загрязненія воды, въ особенности въ лѣтнее время, когда по берегамъ рѣчное дно обнажается и возобновляются процессы разложенія въ этомъ илѣ. Тѣмъ не менѣе англійская комиссія допускаетъ, если и небыстрое и совершенное, то по крайней мѣрѣ медленное и частичное самоочищеніе загрязненной рѣчной воды; при поглощеніи значительныхъ количествъ кислорода, мало помалу минерализируются органическія вещества: углекислота, амміакъ, сѣроводородъ уходятъ въ атмосферный воздухъ и черноватый илъ, большую частью неорганическаго состава, осаждается на дно рѣки, такъ что въ концѣ концовъ получается чистая вода относительно прежняго ея загрязненія. \*)

*К. П. Ковальковскій* \*\*) подвергалъ анализамъ воду рѣки Старой Лиговки до и послѣ впаденія въ нее канавы, несущей съ завода отбросы послѣ обработки животныхъ продуктовъ, при чемъ для анализовъ бралась, между прочимъ, вода на разстояніи 7 верстъ по теченію рѣки ниже впаденія канавы, съ цѣлью опредѣленія: подвергается ли вода Лиговки на такомъ разстояніи процессу самоочищенія и, если подвергается, то въ какой степени. Жидкость загрязняющей канавы представлялась крайне зловонной, мутной, легко пѣнящейся при взбалтываніи, содержала громадныя количества взвѣшенныхъ

\*) *Эрисманъ*. Курсъ Гигіены Томъ I стр. 188.

\*\*) Труды Русскаго Общества Охраненія Народнаго Здравія Томъ I вып. II стр. 260 и слѣд.

и растворенных органических веществ, бѣлковиннаго и свободного амміака, хлора и выдѣляла сѣроводородъ. Результаты этихъ анализовъ слѣдующіи:

Въ миллиграммахъ на одинъ литръ

	Взвѣшенныхъ веществъ		Растворенныхъ веществъ		Бѣлковиннаго амміака	Свободнаго амміака	Хлора
	Органическихъ	Неорганическихъ	Органическихъ	Неорганическихъ			
1. Жидкость загрязняющей канавы	214,0	74,0	775,8	445,4	88,8	60,0	51,8
2. Вода <i>Старой Лиговки</i> выше впаденія канавы	14,4	9,2	42,0	108,4	1,2	0,3	5,6
3. Вода той же рѣки 7 верстъ <i>ниже</i> впаденія канавы	41,2	38,8	68,4	132,0	0,9	1,8	10,8

Въ обоихъ образцахъ воды азотистой и азотной кислотъ не найдено.

Изъ этой таблицы видно, что содержаніе постороннихъ загрязняющихъ примѣсей въ образцѣ № 3 въ нѣсколько разъ превосходитъ количество тѣхъ же примѣсей въ водѣ Лиговки до впаденія въ нее сточной канавы или, другими словами, влияніе загрязненія не сгладилось даже на разстояніи 7 верстъ и кромѣ того вода Лиговки не претерпѣла самоочищенія въ строгомъ смыслѣ т. е. превращенія разлагающихся веществъ въ окончательные безвредные продукты окисленія, а попавшія въ нее нечистоты были только разведены ею, на что указываетъ полное отсутствіе показателей *бывшаго* загрязненія—азотистой и азотной кислотъ и присутствіе показателей *существующаго* загрязненія—амміака и органическихъ веществъ.

Приведенные выше результаты изслѣдованій *Жерардена* оказались болѣе благопріятными для теоріи самоочищенія и количество раствореннаго въ водѣ кислорода явилось выразительнымъ показателемъ чистоты ея въ смыслѣ загрязненія

органическими веществами; изслѣдованіе *Boudet'a* \*) подтвердило, что въ 70 километрахъ ниже Парижа вода Сены уже совершенно освободилась отъ загрязнившихъ ее выше городскихъ нечистотъ и была годна для всякаго употребленія. Существенное разнорѣчіе между взглядами *Жерардена* и англійской комиссіи, надо полагать, объясняется тѣми побочными условіями, которыми сопровождается процессъ „самоочищенія,” каковы: обиліе воды и притока ея по пути теченія, быстрота теченія и природа „органическихъ веществъ,” растворенныхъ и взвѣшенныхъ.

Для наибольшей успѣшности самоочищенія, очевидно, прежде всего должна существовать соразмѣрность между количествомъ попадающихъ въ рѣку нечистотъ и массой рѣчной воды; при попаданіи въ рѣку, по ея теченію, все новыхъ массъ нечистотъ, смотря по ихъ количеству, вода рѣки будетъ прогрессивно загрязняться и въ такомъ случаѣ окислительные процессы въ конечномъ результатѣ будутъ обнаруживать лишь незначительное вліяніе на очищеніе рѣки.

Вторымъ важнымъ условіемъ для быстрого очищенія воды отъ органическихъ веществъ—должна быть легкая ихъ окисляемость; нѣкоторыя органическія вещества легко разлагаются въ водѣ; такъ ни: мочевины разлагается до того быстро въ углекислый аммоніакъ, что лишь весьма рѣдко встрѣчается въ большинствѣ загрязненныхъ водъ. Съ другой стороны кусочки животныхъ тканей остаются въ водѣ цѣлыми мѣсяцами и по прошествіи очень долгаго промежутка времени ихъ все еще легко распознать при помощи микроскопа. Даже тѣ вещества, которыя въ концентрированныхъ растворахъ разлагаются быстро, оказываются довольно стойкими при разведеніи.\*\*)

Со стороны рѣки условія благоприятствующія скорому окисленію это: большая масса воды и быстрота ея теченія. Чѣмъ рѣка многоводнѣе и теченіе ея быстрѣе, тѣмъ скорѣе и совершеннѣе будутъ происходить окислительные процессы въ ея водѣ, по крайней мѣрѣ въ отношеніи веществъ растворенныхъ и мало стойкихъ.

\*) Deutsche Vierteljahrsschrift für Öffent. Gesundheitspflege 1877 стр. 441.

\*\*) А. Бёкк. Op. cit. стр. 413.

Въ отношеніи же осажденія взвѣшенныхъ частицъ на дно рѣки, конечно, болѣе благопріятное тихое теченіе. Въ силу этихъ же причинъ стоячія воды и рѣки съ тихимъ теченіемъ, будучи загрязнены органическими веществами, въ количествѣ непревышающемъ способности самоочищенія для рѣкъ быстро текущихъ, подвергаются процессамъ гнилостнаго разложенія съ развитіемъ зловонныхъ газовъ. \*) Это подтверждаетъ и выше приведенный опытъ *Лаута* съ клоачною жидкостью; экспериментально доказано, что проводя токъ воздуха черезъ клоачную жидкость, можно ускорить процессы разложенія безъ развитія зловонныхъ газовъ.

Поэтому не всѣ рѣки находятся въ одинаково благопріятныхъ условіяхъ для самоочищенія и результаты изслѣдованій, предпринятыхъ въ этомъ направленіи, неизбѣжно должны быть разнорѣчивы. Теоретически говоря, для каждой отдѣльно рѣки можно узнать скорость самоочищенія при прочихъ данныхъ условіяхъ, и по ней уже судить о возможности пользоваться для практическихъ цѣлей. Выше мы видѣли примѣры разнообразной скорости процесса самоочищенія: за Темзой признали весьма незначительную скорость, за рѣкой *Wuppert* значительную, за Сеной посредственную. Къ сожалѣнію авторы не приводятъ всѣхъ условій, зависящихъ отъ органическихъ веществъ и со стороны рѣкъ т. е. массы ихъ воды и быстроты теченія. Добавимъ къ этому, что немаловажное значеніе должна имѣть и температура воды, какъ по отношенію къ процессамъ разложенія, такъ и по способности воды растворять газы, въ томъ числѣ и кислородъ.

Вообще говоря вопросъ о „самоочищеніи“ рѣкъ далеко, какъ мы видимъ, не рѣшенный въ самыхъ существенныхъ частяхъ, имѣетъ большое значеніе для населенія тѣхъ пригородовъ и селеній, которые расположены ниже большихъ и промышленныхъ населенныхъ пунктовъ и, наконецъ, для оцѣнки степени терпимости къ неизбѣжному, во всякомъ случаѣ, стоку въ рѣки извѣстнаго количества и качества грязныхъ водъ изъ каждаго населеннаго мѣста. По скольку вопросъ этотъ справедливо связывается съ ролью раствореннаго въ водѣ ки-

\*) *Эрисманъ*. Курсъ Гигіены стр. 188.

слорода, все равно идетъ ли послѣдній на прямое окисленіе мертвыхъ органическихъ веществъ, или на фізіологическія нужды аэробныхъ микроорганизмовъ, по стольку наша задача, преслѣдуемая въ настоящей работѣ, находитъ себѣ оправданіе и, вмѣстѣ съ сказаннымъ въ самомъ началѣ, позволяетъ намъ обратиться въ частности къ растворенному въ водѣ кислороду и его судьбѣ при разныхъ условіяхъ.

Прежде всего представляется весьма интереснымъ прослѣдить судьбу раствореннаго въ водѣ кислорода лабораторнымъ путемъ, опредѣляя количество его въ свѣжей водѣ и въ водѣ постоявшей, безъ доступа воздуха, въ различные промежутки времени, а рядомъ съ этимъ обратить вниманіе и на судьбу растворенныхъ въ водѣ веществъ. Изъ скорости убыли кислорода, на ряду съ измѣненіями растворенныхъ въ водѣ веществъ и нарастаніемъ продуктовъ ихъ окисленія, можно получить представленіе о размѣрахъ и интенсивности этихъ процессовъ, совершающихся, безъ сомнѣнія, и въ природныхъ источникахъ воды. Напомнимъ извѣстную всѣмъ предосторожность при опредѣленіи количествъ раствореннаго въ водѣ кислорода, равно какъ амміака, азотистой кислоты, окисляемыхъ веществъ, опредѣленіе которыхъ должно производиться безотлагательно въ свѣжей водѣ, такъ какъ количества этихъ веществъ, по истеченіи незначительнаго даже промежутка времени, могутъ значительно измѣниться.

Быстрота и степень этихъ процессовъ, кромѣ другихъ внѣшнихъ условій, находятся въ прямой зависимости съ количествомъ органическихъ веществъ и съ легкостью ихъ окисляемости.

*A. Lévy* \*) сдѣлалъ наблюденіе, что вода постоявшая нѣкоторое время въ закрытыхъ сосудахъ, безъ доступа воздуха, представляетъ интересное явленіе въ отношеніи содержанія кислорода.

Нѣкоторыя воды при такихъ условіяхъ теряютъ весь свой кислородъ:

Вода Сены 24 Сентября 1884 года содержала въ одномъ литрѣ 10,6 mgr. кислорода

\*) *Annuaire de l'Observatoire de Montsouris 1885. Oxygène dissous dans les eaux* стр. 431, 432.

Таже вода 1 Октября 7,2 mgr. кислорода

" " 16 " 0,0 " "

Другія воды, напротивъ, при тѣхъ же условіяхъ, т. е. при продолжительномъ стояніи въ герметически закрытыхъ сосудахъ, обогащаются кислородомъ почти вчетверо въ сравненіи съ содержаніемъ его въ свѣжей водѣ:

Вода рѣки Ванны (Eau de Vanne) 25 Іюля 1883 года  
содержала въ одномъ литрѣ 11,1 mgr. кислорода

Таже вода 3 Августа 20,2 " "

" " 25 Сентября 39,7 " "

Эти разницы зависятъ отъ большаго или меньшаго количества живущихъ въ водѣ хлорофильныхъ и безхлорофильныхъ растительныхъ организмовъ, бактерій, водорослей (algae). Вода, содержащая много низшихъ микроорганизмовъ быстро теряетъ свой кислородъ, водоросли же, напротивъ, подъ вліяніемъ свѣта, возстановляютъ кислородъ изъ угольной кислоты.

*Леви* занялся изслѣдованіемъ условій убыли и исчезновенія кислорода воды, вызываемыхъ бактеріями. Онъ даже предлагаетъ классифицировать воды по скорости убыванія въ нихъ кислорода.

При своихъ изслѣдованіяхъ *Леви* поступалъ слѣдующимъ образомъ: набравъ одновременно нѣсколько порцій воды, онъ опредѣлялъ въ совершенно свѣжей водѣ количество раствореннаго кислорода, а прочія порціи воды оставлялъ стоять въ герметически закрытыхъ сосудахъ безъ доступа свѣта и при температурѣ 33°C, для чего сосуды съ испытуемою водою погружались въ водяную ванну, вода которой имѣла постоянно указанную выше температуру, такъ какъ нагрѣваніе производилось при помощи регулятора. Подъ конецъ 48-и часовъ стоянія порцій воды, она подвергалась изслѣдованію на кислородъ. При оставленіи воды наболѣе продолжительное время чѣмъ 48 часовъ, убываніе кислорода подвигалось дальше и тѣмъ скорѣе, чѣмъ вода была богаче органическими веществами и чѣмъ многочисленнѣе и дѣятельнѣе было ея микроскопическое населеніе.

Вотъ результаты изслѣдованій *A. Lévy.* \*)

\*) I. с. стр. 434, 435 и 436.

## ВОДА РЪКИ СЕНЫ:

Мѣсто набирания воды	Время набирания воды и изслѣдова- нія	Количество кисло- рода въ литрѣ воды въ миллиграммахъ		Убыль	%
		Въ свѣ- жей воды	Въ посто- явшей 2 сутокъ		
1. Вода взятая о- коло <i>Choisy-le Roi</i> (в ы ш е Парижа).	1884 г.				
	29 Мая	9,93	6,84	3,09	31,7
	23 Юня	9,75	6,40	3,35	34,3
	1 Юля	9,52	7,53	1,99	20,9
	Среднее	9,73	6,92	2,81	28,8
2. Вода взятая о- коло <i>Ivry</i> (вы- ше Парижа).	1884 г.				
	29 Мая	9,53	6,67	2,86	30,0
	23 Юня	9,82	7,35	2,47	25,1
	1 Юля	9,15	6,66	2,49	27,2
	10 Юля	8,68	7,09	1,59	18,3
Среднее	9,30	6,94	2,36	25,3	
3. Вода взятая о- коло <i>Auster- litz</i> .	1884 г.				
	24 Мая	9,27	5,08	4,19	45,2
	24 Юня	9,82	7,31	2,51	25,5
	1 Юля	9,47	7,33	2,14	22,5
Среднее	9,52	6,57	2,95	30,9	
4. Вода взятая о- коло <i>Chaillot</i> .	1884 г.				
	27 Мая	9,17	6,35	2,82	30,7
	2 Юля	7,44	2,04	5,40	72,5
Среднее	8,30	4,20	4,10	49,4	
5. Вода взятая о- коло <i>Billan- court</i> (въ пре- дѣлахъ Пари- жа).	1884 г.				
	4 Юня	9,75	7,64	2,11	21,6
	2 Юля	8,55	3,55	5,00	58,4
	28 Юля	8,33	5,88	2,45	29,4
Среднее	8,88	5,69	3,19	35,9	

## ВОДА РЪКИ СЕНЫ.

Мѣсто набирания воды	Время набирания воды и изслѣдо- ванія	Количество кисло- рода въ литрѣ воды въ миллиграммахъ		Убыль	%
		Въ свѣ- жей воды	Въ посто- явшей 2 сутокъ		
6. Вода взятая о- коло <i>Surèsnes</i> (выше впаде- нія въ рѣ- ку городского канала).	1884 г.				
	4 Юня	8,68	1,89	6,79	78,2
	28 Юля	8,77	4,84	3,93	44,8
	Среднее	8,73	3,37	5,36	61,3
7. Вода взятая о- коло <i>Neuilly</i> ,	1884 г.				
	5 Юня	8,61	6,95	1,66	18,5
	31 Юля	5,67	3,70	1,97	34,7
	Среднее	7,14	5,33	1,81	25,3
8. Вода взятая изъ <i>Pompe N° 17.</i>	1884 г.				
	28 Мая	8,46	4,46	4,0	47,2
	28 Юля	8,86	3,99	4,87	54,9
	Среднее	8,66	4,23	4,43	51,1
9. Вода взятая изъ <i>Pompe St. O- uen (St. Dé- nis)</i> (ниже впаденія пер- ваго канала, выше второ- го).	1884 г.				
	17 Юля	7,47	5,17	2,30	30,7
	23 Юля	6,63	2,20	4,43	66,8
	30 Сент.	5,52	0,00	5,52	100,0
	15 Октяб.	7,32	2,63	4,69	64,0
	Среднее	6,74	2,50	4,24	62,9



## ВОДА РЪКИ СЕНЫ.

Мѣсто набирания воды	Время набирания воды и изслѣдованія	Количество кислорода въ литрѣ воды въ миллиграммахъ		Убыль	%
		Въ свѣ- жей водѣ	Въ посто- явшей 2 сутокъ		
10. Вода взятая около <i>Epinay</i> (ниже впаде- нія обоихъ каналовъ).	1884 г.				
	11 Юня	8,61	5,81	2,80	32,5
	23 Юля	3,60	0,41	3,19	88,5
	30 Сент.	3,70	0,00	3,70	100,0
	15 Октяб.	6,38	2,93	3,45	54,0
	Среднее	5,58	2,29	3,29	68,9
11. Вода взятая около <i>Marly</i> .	1884 г.				
	18 Юня	8,26	6,54	1,72	20,8
	25 Юля	0,32	0,16	0,16	50,0
	Среднее	4,29	3,35	0,94	35,4
12. Вода взятая около <i>Maisons</i> .	1884 г.				
	20 Юня	9,18	4,98	4,20	45,7
	24 Юля	7,81	3,38	4,43	50,8
	Среднее	8,50	4,18	4,32	48,2

Для воды, взятой на одномъ и томъ же мѣстѣ, въ анализахъ *A. Lévy*, замѣчалось довольно ясное соотношеніе между размѣрами и скоростью исчезанія кислорода и количествомъ органическихъ веществъ: чѣмъ больше органическихъ веществъ, тѣмъ быстрѣе исчезалъ растворенный кислородъ и обратно.

Это положеніе оправдывается результатами изслѣдованій относительно содержанія кислорода и органическихъ веществъ въ водѣ мѣстностей: *Choisy-le Roi, Jury, Billancourt, St. Dé-*

*nis, Epinay, Marly, Maisons*, для которыхъ были произведены опредѣленія количествъ кислорода и органическихъ веществъ; для остальныхъ мѣстностей, откуда набиралась вода, количество органическихъ веществъ опредѣлено не было.

Результаты изслѣдованій *A. Lévy*, выраженные въ таблицѣ, чего впрочемъ и нужно было ожидать, доказываютъ, что въ разное время года, вода, взятая изъ того же самаго мѣста, теряетъ свой кислородъ не съ одинаковою быстротою и всего вѣроятнѣе потому, что содержитъ не одинаковыя количества микроорганизмовъ. Разнообразіе это выражено гораздо слабѣе для воды, взятой выше Парижа; начиная же съ мѣста вступленія рѣки въ предѣлы города, разнообразіе сказывается яснѣе; скорость исчезанія кислорода воды, взятой ниже города, превышаетъ такую же скорость, свойственную водѣ, взятой выше города. Въ двухъ порціяхъ воды, взятыхъ ниже города (*St. Denis* и *Epinay*) кислородъ даже исчезалъ совершенно.

Колебанія въ количествахъ кислорода въ свѣжей водѣ ниже Парижа были гораздо значительнѣе чѣмъ въ водѣ, взятой выше города. *A. Lévy* находитъ, что быстрота, съ которой воды теряютъ свой кислородъ не есть и не можетъ быть абсолютно пропорціональна времени, такъ какъ по мѣрѣ убыванія органическихъ веществъ, бактерии теряютъ пищу и жизненная ихъ энергія уменьшается. Авторъ наблюдалъ воды, которыя при очень продолжительномъ стояніи, при указанныхъ выше условіяхъ, не теряли окончательно своего кислорода.

Въ началѣ статьи авторъ указываетъ, что существуютъ воды обогащающіяся при стояніи кислородомъ; явленіе это онъ ставитъ въ связь съ присутствіемъ въ водѣ хлорофильныхъ растительныхъ организмовъ. Поэтому онъ предпринялъ изслѣдованіе такихъ водъ и получилъ слѣдующіе результаты: \*)

---

\*) 1. с. стр. 440.

## ВОДА РѢКИ ВАННЫ (EAU DE VANNE) \*)

Время набирания воды	Количество кислорода въ литрѣ воды. Въ миллиграммахъ		Убыль или прибыль	%
	Въ свѣжей водѣ	Въ посто- явшей двое сутокъ		
1884 г. 9 Мая	11,09	10,42	—0,67	6,04
26 Мая	10,68	8,08	—2,62	24,5
3 Юня	11,03	9,54	—1,49	13,5
27 Юня	10,75	8,23	—2,52	23,4
7 Августа	8,45	8,98	+0,53	+ 6,2
14 Августа	9,40	8,91	—0,49	5,2
21 Августа	9,80	9,21	—0,59	6,02
28 Августа	9,10	8,46	—0,64	7,03
4 Сентябр.	8,62	7,55	—1,07	12,4
8 Сентябр.	10,52	7,57	—2,95	28,04
8 Октября	11,83	10,26	—1,57	13,2
Среднее	10,14	8,84	1,30	12,8

Какъ видно изъ этой таблицы, въ одномъ только случаѣ получилось приращеніе количества кислорода, а въ остальныхъ случаяхъ незначительное лишь уменьшеніе количества его сравнительно съ водою Сены; поэтому авторъ не дѣлаетъ никакихъ выводовъ и общаетъ заняться этимъ вопросомъ въ продолженіи цѣлаго года.

Существующія до сихъ поръ изслѣдованія надъ убываніемъ кислорода воды, при болѣе продолжительномъ ея стояніи, ограничивались лишь опредѣленіемъ количества этого газа въ разные промежутки времени безъ совмѣстнаго опредѣленія количества органическихъ веществъ въ свѣжей и стоявшей водѣ и безъ опредѣленія тѣхъ продуктовъ окисленія,

\*) Вода эта служитъ для водоснабженія города Парижа.

которые могли образоваться при стояніи воды на счетъ исчезающаго кислорода.

Желая прослѣдить какая существуетъ связь между быстротой убыванія раствореннаго въ водѣ кислорода и количествомъ растворенныхъ въ ней органическихъ веществъ, какіе продукты окисленія появляются въ постоявшей водѣ, которыхъ въ свѣжей не было, или на сколько увеличивается количество существующихъ и въ свѣжей водѣ—я задался цѣлью, на сколько это было возможно, познакомиться съ химической стороной этого, такъ сказать, внутренняго окисленія, путемъ лабораторныхъ изслѣдованій, результатъ которыхъ и представляю въ настоящей работѣ.

Прежде всего считаю долгомъ изложить методы набирания воды и послѣдующихъ анализовъ. Для каждаго анализа я набиралъ три комплекта порцій воды: первая порція для опредѣленія количества кислорода, вторая для опредѣленія легкоокисляющихся органическихъ веществъ, амміака, азотистой и азотной кислотъ и третья—для опредѣленія свободной и полусвободной угольной кислоты. Въ совершенно свѣжей водѣ я опредѣлялъ количество растворенныхъ газовъ и специально кислорода, непосредственно за этимъ количество легкоокисляющихся органическихъ веществъ, амміакъ, азотистую кислоту, послѣ азотную, свободную и полусвободную угольную кислоту.

Остальные два комплекта порцій воды я оставлялъ стоять при разсѣянномъ свѣтѣ, безъ доступа воздуха, при лабораторной температурѣ и подвергалъ изслѣдованію: одинъ комплектъ черезъ недѣлю послѣ набирания воды и другой черезъ двѣ недѣли.

Кромѣ того, въ связи съ занимающимъ меня вопросомъ, я считалъ весьма интереснымъ прослѣдить отношеніе кислорода рѣчной воды къ окислительнымъ процессамъ, совершающимся во время фильтраціи ея черезъ песочные фильтры въ большихъ размѣрахъ, пользуясь для этого вновь устроенными въ Варшавѣ фильтрами. Для своихъ опредѣленій я бралъ воду рѣки Вислы, нѣкоторыхъ варшавскихъ колодцевъ съ такимъ расчетомъ, чтобы подвергнуть изслѣдованію воды колодцевъ, пользующихся хорошей и плохой репутаціей, и наконецъ пруда, находящагося въ Лазенковскомъ паркѣ. Та-

кимъ образомъ я изслѣдовалъ воды: рѣчную, стоячую—прудовую и колодезную.

Всѣ порціи рѣчной воды набирались на болѣе глубокихъ мѣстахъ съ лодки, на глубинѣ половины и цѣлаго метра со всѣми необходимыми предосторожностями: чистыя колбы и стеклянки, предварительно сполоснутыя набираемою водою, вводились въ воду закупоренными; на указанной глубинѣ пробки удалялись, при чемъ въ сосуды входила вода изъ одного и того же мѣста; послѣ наполненія, сосуды закупоривались подъ водою на той же глубинѣ. На глубину полуметра я погружалъ закупоренные сосуды рукою, тамъ вынималъ пробки, наполнялъ водою и закупоривалъ; на глубину же метра сосуды погружались помощью измѣренной палки, закупоренные пробкой, снабженной двумя каналами, съ вставленными въ нихъ двумя стеклянными трубками, кончавшимися сейчасъ подъ пробкой. На одну изъ стеклянныхъ трубокъ надѣвалась длинная каучуковая трубка, закрываемая зажимомъ. Въ погруженные и закупоренные сосуды, послѣ снятія зажима, входила вода съ одного и того же мѣста безъ вниманія пробки.

Для опредѣленія количества кислорода и угольной кислоты я бралъ по двѣ порціи воды для контрольных опредѣленій; опредѣленія органическихъ веществъ я производилъ надъ одной и той же водою по три раза—азотной кислоты по два раза. До набирания воды предварительно замѣчалась температура воздуха, воды и барометрическое давленіе. Колбы съ водою для опредѣленія количествъ кислорода и угольной кислоты закупоривались герметически каучуковыми пробками; большія же стеклянки съ водою (вмѣщающія до 10 литровъ воды) для опредѣленія количества органическихъ веществъ, амміака, азотистой и азотной кислотъ, закупоривались притертыми стеклянными пробками. Сосуды эти наполнялись водою до верху.

Опредѣленіе количества кислорода, органическихъ веществъ, амміака и азотистой кислоты производилось въ день набирания воды въ слѣдующемъ порядкѣ: кислородъ, органическія вещества, азотистая кислота, амміакъ; сейчасъ послѣ доставленія воды въ лабораторію, свободная и полусвободная угольная кислота связывалась баритовою водою; азотная ки-

слота опредѣлялась на слѣдующій день, такъ какъ приходилось выпаривать большія количества воды, именно воды рѣки Вислы и пруда Лазенковскаго парка и бралъ для этого по три литра, колодезныхъ водъ меньше, смотря по качественной реакціи на азотную кислоту.

Опредѣленіе количества угольной кислоты т. е. титрованіе смѣси испытуемой воды съ баритовою водою, я производилъ на слѣдующій день.

Для опредѣленія количества кислорода я бралъ порціи воды, помѣщающіяся въ большихъ измѣренныхъ колбахъ, вмѣстимостью отъ 1992 в. с. до 1250; для угольной кислоты—маленькія отъ 142—220 в. с. Вмѣстимость колбъ опредѣлялась наливаніемъ воды въ сухія колбы измѣренными стеклянными цилиндрами, при чемъ объемъ воды, вытѣсняемый пробками, при закупориваніи колбъ, измѣрялся маленькими измѣренными цилиндрами.

Газы выдѣлялись нагрѣваніемъ въ тѣхъ же самыхъ колбахъ, въ которыя вода была набрана, безъ переливанія въ другіе сосуды.

Для удаленія и собиранія газовъ, я пользовался волюметрическимъ способомъ, предложеннымъ *Тиманомъ* и *Прейссе*; по этому способу, растворенные въ водѣ газы удаляются изъ нея посредствомъ кипяченія \*), для чего пробки въ колбахъ, содержащихъ испытуемую воду, должны быть спеціально приспособлены, именно пробка снабжена центральнымъ каналомъ, въ который вставлена стеклянная, снизу запаивающая трубка, спускающаяся ниже пробки на 8 сантиметровъ, верхній конецъ которой остается открытымъ; выше пробки трубка изгибается подъ прямымъ угломъ; сбоку же въ вертикальной части трубки находится отверстіе, такъ что смотря потому, находится ли оно въ каналѣ пробки или подъ пробкой, получается разобщеніе или сообщеніе сосуда съ внѣшнимъ пространствомъ, что достигается поднятіемъ или опусканіемъ трубки въ пробкѣ. Приспособленіемъ этимъ я пользовался для предохраненія стоявшей воды отъ соприкосновенія съ

\*) *К. Флогге*. Руководство къ Гигіеническимъ способамъ изслѣдованія 1882 г. стр. 357 и 358.

воздухомъ, оставляя боковое отверстіе трубки въ каналѣ пробки; однако, при высокой температурѣ воздуха во время стоянія воды, пришлось измѣнить этотъ способъ, такъ какъ вслѣдствіе абсолютной герметичности, колбы съ водою лопались; для избѣжанія этого я, по совѣту профессора Капустина, оставлялъ маленькую часть бокового отверстія трубки подъ пробкой и на верхній конецъ трубки надѣвалъ каучуковую, наполненную той же водою, трубку, которую закрывалъ стеклянной палочкой; при расширеніи находящейся въ колбѣ воды, часть ея могла помѣщаться въ растяжимой каучуковой трубкѣ, чѣмъ колбы были болѣе гарантированы отъ лопанія.

Приборъ для собиранія изгнанныхъ изъ воды газовъ, предложенный *Рейхардтомъ* и видоизмѣненный *Тиманомъ* и *Прейссе*, состоитъ изъ газового приѣмника и двухъ отходящихъ отъ него изогнутыхъ стеклянныхъ трубокъ.

Газовой приѣмникъ—это вертикально стоящая стеклянная трубка, высотой около 30 сант. и 3,5 сант. въ діаметрѣ, укрѣпленная въ штативѣ и сообщающаяся съ двумя колбами: съ одной, содержащей испытуемую воду и другой, содержащей пятипроцентный растворъ ѣдкаго натра. Нижній конецъ газопріемника закрытъ герметически каучуковой, съ двумя каналами, пробкой, въ которые вставлены стеклянные, дважды изогнутыя подъ прямыми углами, трубки, сообщающія газопріемникъ съ колбами. Верхній конецъ газопріемника вытянутъ въ короткую, тонкую, слегка изогнутую трубку, на которую надѣвается длинная, толстостѣнная каучуковая газотводная трубка, въ свободный конецъ которой вставленъ вытянутый на концѣ стекляной мундштукъ.

Передъ изслѣдованіемъ газовой приѣмникъ сообщается съ колбой, содержащей свѣже прокипяченный растворъ ѣдкаго натра и закупоренной пробкой съ двумя каналами, въ которые вставлены двѣ стеклянные, изогнутыя подъ прямыми углами, трубочки; одна изъ нихъ, внутренняя, доходитъ до дна колбы, вторая, наружная, кончается сейчасъ подъ пробкой; на послѣднюю надѣвается длинная каучуковая трубка также снабженная на свободномъ концѣ стекляннымъ мундштукомъ. При вдуваніи воздуха ртомъ въ эту трубку, часть раствора ѣдкаго натра вытѣсняется изъ колбы въ газопріемникъ и въ отходящую отъ него вторую стеклянную трубку съ каучукомъ

на свободномъ концѣ, служащимъ для сообщенія колбы, содержащей испытуемую воду, съ газопріемникомъ. Такимъ образомъ воздухъ вытѣсняется совершенно изъ газопріемника и отходящихъ отъ него стеклянныхъ трубокъ, послѣ чего накладываются плотно зажимы на каучуковую трубку, служащую для сообщенія колбы съ водою и на верхній конецъ газоотводной трубки, нижній конецъ которой съ стекляннымъ мундштукомъ, погружается въ стаканъ съ растворомъ ѣдкаго натра. Послѣ этой предварительной манипуляціи, колба, содержащая испытуемую воду, сообщается съ газопріемникомъ; для этого въ короткую, толстостѣнную, каучуковую трубку, надѣтую на свободный конецъ отходящей отъ приѣмника стеклянной трубочки, при наружномъ концѣ закрытую зажимомъ и выполненную растворомъ ѣдкаго натра, вставляется отъкрытый конецъ стеклянной трубочки, совершенно выполненную той же водою, колбы съ водою. При пониженіи этой трубки, боковое отверстіе ея выдвигается ниже пробки, вслѣдствіе чего изслѣдуемая вода сообщается съ газопріемникомъ. Теперь изслѣдуемая вода подвергается нагрѣванію и доводится до сильнаго кипѣнія, которое, для полнаго удаленія газовъ, должно продолжаться не менѣе 20-и минутъ, считая съ момента закипанія.

Выдѣляющіеся изъ воды газы и водяной паръ проходятъ по стеклянной трубочкѣ въ газопріемникъ, въ которомъ собираются сверху, за исключеніемъ углекислоты, поглощаемой растворомъ ѣдкаго натра. Вытѣсняемый газами изъ газопріемника растворъ ѣдкаго натра уходитъ въ колбу съ этимъ же растворомъ. Во время сильнаго кипѣнія воды, необходимо тщательно слѣдить, чтобы собирающіеся въ приѣмникѣ газы не перескочили въ колбу съ ѣдкимъ натромъ, такъ какъ жидкость въ газопріемникѣ тоже закипаетъ. Послѣ 20-и минутнаго кипяченія пламя изъ подъ колбы съ водою удаляется и ожидается сгущенія водяныхъ паровъ, оставшихся въ колбѣ съ водою, и замѣщенія занятаго ими пространства растворомъ ѣдкаго натра изъ газопріемника и второй колбы. Если въ колбѣ съ изслѣдуемою водою подъ пробкой замѣчаются пузырьки газовъ, долго не исчезающіе, то кипяченіе повторяется снова, хотя послѣ 20-и минутнаго кипяченія этого обыкновенно не бываетъ.



Измѣрить объемъ полученной газовой смѣси и опредѣлить отдѣльные газы, входящіе въ составъ ея, составляетъ вторую половину задачи; для этого слѣдуетъ перевести газовую смѣсь въ газоизмѣрительную трубку, тамъ опредѣлить объемъ газовъ и отдѣльные газы, или помощью сжиганія кислорода по *Бунзену*, или поглощая кислородъ соотвѣтственными реагентами.

Въ предварительныхъ работахъ своихъ я опредѣлялъ количество кислорода эвдіометрическимъ способомъ *Бунзена*, сжигая кислородъ съ водородомъ. При этомъ я убѣдился, что для гигиеническихъ анализовъ, гдѣ требуется въ короткое время произвести нѣсколько опредѣленій, способъ этотъ мало пригоденъ. Большое неудобство его состоитъ въ томъ, что при переводѣ газовъ, собранныхъ надъ ѣдкой щелочью, изъ газопріемника въ эвдіометръ, всегда и неминуемо попадетъ нѣсколько капель щелочи въ ртуть, чѣмъ послѣдняя быстро загрязняется до того, что для дальнѣйшаго употребленія ее нужно подвергать перегонкѣ. При загрязненіи же ртути, менискъ ея въ эвдіометрѣ дѣлается не яснымъ, стѣнки эвдіометра загрязняются, что мѣшаетъ точному отсчитыванію объема газовъ. Кромѣ того наполненіе ртутью эвдіометра довольно хлопотливо, такъ какъ пузырьки воздуха, приставшіе къ стѣнкамъ эвдіометра и особенно около проволокъ, удаляются съ трудомъ. Вообще способъ этотъ слишкомъ сложный, требующій отдѣльнаго удобнаго помѣщенія, спеціальнаго стола, катетометра, аппарата для перегонки ртути и кромѣ того, при этомъ способѣ, необходимо долго выжидать, пока газовая смѣсь приметъ постоянный объемъ. Принимая во вниманіе всѣ переименованныя неудобства, я, по совѣту профессора *Геммеляна*, сталъ пользоваться для измѣренія объема газовой смѣси и опредѣленія содержанія въ ней кислорода способомъ *В. Гемпеля*, заслуживающимъ широкаго примѣненія по простотѣ техники и точности результатовъ.

Приборъ *Гемпеля* \*) для измѣренія объема газовъ состоитъ изъ двухъ длинныхъ стеклянныхъ бюретокъ, стоящихъ

---

\*) D-r Walther Hempel. Neue Methoden zur Analyse der Gase.

вертикально и неподвижно въ тяжелыхъ металлическихъ подставкахъ; нижніе концы бюретокъ, вытянутые въ тонкія, на концахъ раздутыя трубки, изогнутыя, относительно бюретокъ подь прямыми углами, выступаютъ наружу изъ желобковъ, находящихся въ подставкахъ. Вытянутыми концами бюретки сообщаются между собою помощью длинной въ 120 сант. каучуковой трубки. Одна бюретка предназначенная для измѣренія объема газовъ „измѣрительная бюретка“ (*Messröhre*), снабжена дѣленіями на пятая части кубическаго сантиметра сверху внизъ и снизу кверху. На верху она вытянута въ тонкую шейку, на которую надѣвается короткая, изъ толстаго каучука, трубочка, закрываемая зажимомъ. Вторая бюретка, открытая сверху, служитъ для установки уровня воды въ измѣрительной бюреткѣ; это „нивелиціонная“ или „уравнительная бюретка“ (*niveau-röhre*). Такъ какъ бюретки соединяются между собою каучуковой трубкой и сохраняютъ относительную подвижность, то опуская или подымая нивелиціонную бюретку, достигается установки уровней воды въ обѣихъ бюреткахъ, при закрытомъ зажимѣ измѣрительной бюретки, на одной высотѣ, вслѣдствіе чего газы, находящіеся въ измѣрительной бюреткѣ, принимаютъ объемъ сообразно существующему въ данный моментъ атмосферному давленію.

Обѣ бюретки до извѣстной высоты наполняются дистиллированной водою; вода вливается въ нивелиціонную бюретку и, по каучуковой трубкѣ, проходитъ въ измѣрительную бюретку. Чтобы перевести газы изъ описаннаго выше газопріемника въ измѣрительную бюретку, нужно предварительно вытѣснить изъ нея воздухъ; для этого подымается кверху нивелиціонная бюретка до тѣхъ поръ, пока измѣрительная бюретка не выполнится совершенно водою и вода не выступитъ черезъ верхнюю каучуковую трубку; тогда на послѣднюю надѣвается зажимъ. Въ такомъ видѣ бюретка готова для принятія газовъ.

Переводъ газовъ изъ газопріемника въ измѣрительную бюретку производится слѣдующимъ образомъ: послѣ снятія зажима съ верхняго конца газоотводной трубки, слегка вдвываютъ ртомъ въ каучуковую трубку, отходящую отъ колбы съ жидкимъ натромъ; вслѣдствіе этого растворъ жидкаго натра вытѣсняется изъ колбы въ газовой приѣмникъ и газы содержа-

щіеся въ пріемникѣ поднимаются кверху; такъ какъ газоотводная трубка наполнена ѣдкимъ натромъ, то прежде всего вытѣсняется растворъ ѣдкаго натра изъ газоотводной трубки.

Необходимо дуть осторожно и тихо, чтобы часть газовой смѣси не ушла наружу; коль скоро газы покажутся близко къ выходу изъ газоотводной трубки, что легко видѣть черезъ стеклянной мундштукъ, то трубка плотно сжимается пальцами, вынимается изъ стакана съ ѣдкимъ натромъ и мундштукъ вдѣвается плотно въ каучуковую трубку измѣрительной бюретки, выполненную водою. Соединивъ плотно газоотводную трубку съ измѣрительной бюреткой, снимается зажимъ, закрывающій каучуковую трубку послѣдней, вслѣдствіе чего она приходитъ въ сообщеніе съ газовымъ пріемникомъ; опуская книзу нивеляціонную бюретку, переводимъ газы т. е. всасываемъ ихъ изъ газопріемника въ измѣрительную бюретку; конецъ перехода газомъ обнаруживается вхожденіемъ раствора ѣдкаго натра въ бюретку. Какъ только эго произойдетъ, на каучуковую трубку измѣрительной бюретки накладывается зажимъ. Послѣ перехода газомъ необходимо подождать извѣстное время для того, чтобы газы приняли объемъ сообразно окружающей температурѣ. Чтобы по возможности устранить вліяніе колебаній комнатной температуры на газовую смѣсь я, по совѣту профессора Капустина, надѣлъ на измѣрительную бюретку широкую стеклянную трубку, наполненную дистиллированной водою; трубка эта съ обоихъ концовъ открытая, закупорена двумя просверленными пробками, пропускающими бюретку. Верхняя пробка снабжена, кромѣ того, двумя маленькими отверстиями, изъ коихъ одно назначено для вставленія термометра, другое для стеклянной палочки, помощью которой перемѣшивалась вода въ трубкѣ. Оставивъ газы въ бюреткѣ на нѣкоторое время *и.:* на часъ времени, если объемъ ихъ, при неоднократномъ отсчитываніи, не измѣнялся, я приступалъ къ окончательному отсчитыванію объема газовой смѣси.

Для того, чтобы газы въ измѣрительной бюреткѣ приняли объемъ, соотвѣтственный атмосферному давленію, нивеляціонную бюретку необходимо держать на такой высотѣ, чтобы верхнія границы водяныхъ столбовъ въ обѣихъ бюреткахъ находились совершенно въ одной горизонтальной плоскости; тогда положеніе мениска воды въ измѣрительной бюреткѣ

укажетъ объемъ газовой смѣси при данной температурѣ и данномъ давленіи.

Для приведенія объема газовой смѣси къ нормальнымъ условіямъ т. е. къ  $0^{\circ}$  и  $760^{\text{mm}}$  атмосфернаго давленія, я пользовался формулой  $V = \frac{V' (B-f)}{(1+0,003667t)760}$ , гдѣ  $V'$  обозначаетъ объемъ газовъ при данной температурѣ и давленіи,  $B$  данное барометрическое давленіе при температурѣ  $0^{\circ}$ ,  $f$  упругость насыщеннаго водяного пара для данной температуры,  $0,003667$  коэффициентъ расширяемости газовъ при нагрѣваніи ихъ на одинъ градусъ Цельзія и  $t$  наблюдаемая температура.

Узнавъ такимъ образомъ объемъ газовой смѣси, остается опредѣлить количество содержащагося въ ней кислорода. Для этого я пользовался способомъ, предложеннымъ *Линдеманомъ*; \*) способъ этотъ основывается на способности фосфора поглощать кислородъ *вполнѣ* изъ содержащихъ его смѣсей. Фосфоръ, въ соприкосновеніи съ газами, содержащими кислородъ, поглощаетъ его совершенно при благоприятныхъ для этого условіяхъ и всѣ продукты окисленія его, образующіеся при поглощеніи кислорода, растворимы въ водѣ, вслѣдствіе чего фосфоръ остается всегда чистымъ.

Непремѣнныя условія для полнаго поглощенія изъ газовой смѣси фосфоромъ кислорода слѣдующія: \*\*) газовая смѣсь не должна содержать кислорода больше 50% своего объема; болѣе значительное содержаніе кислорода замедляетъ ходъ поглощенія и дѣлаетъ его неполнымъ; окружающая температура, при которой происходитъ поглощеніе, должна быть не ниже  $14^{\circ}$  C. Самое быстрое и совершенное поглощеніе происходитъ при  $20^{\circ}$  C. и выше; тогда для полнаго поглощенія кислорода достаточно трехъ минутъ; при болѣе низкихъ температурахъ скорость поглощенія замедляется; при  $14^{\circ}$  C. оно продолжается 15 минутъ, при  $10^{\circ}$  C. полъ часа и поглощеніе

\*) *Dr Walther Hempel*. Neue Methoden zur Analyse der Gase. Braunschweig, 1880 стр. 45.

\*\*) l. c. стр. 48.

не совершенное. Для производства опредѣлений кислорода по этому способу, расплавленному подъ водой желтому фосфору придается форма тонкихъ палочекъ, для увеличенія поверхности соприкосновенія газовъ съ фосфоромъ; чтобы придать фосфору указанную форму, куски его бросаются въ стаканъ съ водою, которая нагрѣвается до точки плавленія фосфора (44°C); въ такой расплавленный фосфоръ погружается тонкая стеклянная трубочка, которая выполняется до извѣстной высоты фосфоромъ; верхнйй конецъ трубки закрывается пальцемъ и она вынимается изъ стакана и погружается въ сосудъ съ холодной водою; вслѣдствіе этого фосфоръ, находящійся въ трубочкѣ, сжимается, при чемъ слышенъ характерный трескъ и палочка фосфора легко вытряхивается въ томъ же сосудѣ съ водою. Таковыми то палочками плотно выполняется *цилиндрическая часть абсорбціонной пипеты Гемпеля* (пипета для плотныхъ и жидкихъ реагентовъ).

*Абсорбціонная пипета Гемпеля* \*) для плотныхъ и жидкихъ реагентовъ состоитъ изъ двухъ частей: *цилиндрической* для помѣщенія реагента (въ данномъ случаѣ фосфора) и *шарообразной*; обѣ эти части соединяются между собою помощью стеклянной, толстостѣнной трубки, снабженной узкимъ каналомъ. Въ верху шарообразной части имѣется отверстіе, закупориваемое каучуковою пробкою, черезъ которое вливается дистиллированная вода, которою обѣ части пипеты наполнены: цилиндрическая часть содержащая фосфоръ, выполнена водою совершенно, шарообразная до извѣстной высоты. Въ нижней части цилиндрической части находится большое отверстіе, закупоривающееся плотно каучуковою пробкою, служащее для введенія абсорбирующаго вещества (фосфора). Отъ верхняго полюса цилиндрической части отходитъ капиллярная, толстостѣнная, стеклянная трубка, дважды дугообразно изогнутая, служащая для соединенія абсорбціонной пипеты съ каучуковою трубкой измѣрительной бюреты. Капиллярная трубочка эта должна быть выполнена совершенно водою; для этого, если въ нее случайно попало нѣсколько пузырьковъ воздуха, прикладывается рука къ верхней половинѣ шарообразной части пипеты,

\*) 1. с. стр. 19.

вслѣдствіе чего находящійся тамъ воздухъ расширяется и вытѣсняетъ извѣстный объемъ воды изъ открытой капиллярной трубки пипеты, изъ которой вода будетъ вытекать по каплямъ. Такое вытѣсненіе воздуха должно производиться, конечно, при закрытой пробкой шарообразной части. Безъ употребленія, пипета съ фосфоромъ должна храниться въ темномъ мѣстѣ, и капиллярная трубочка цилиндрической части должна быть закрыта каучуковой трубкой съ вставленной въ нее стеклянной палочкой.

Пипета покоится въ деревянной оправѣ, имѣющей соотвѣтственныя вырѣзки для помѣщенія шарообразной и цилиндрической частей. Капилляръ цилиндрической части стоитъ вертикально и проходитъ по бѣлой пластинкѣ для того, чтобы легко было замѣтить передвиженіе по немъ жидкости и газовъ. Обѣ части пипеты не находятся на одномъ уровнѣ: шарообразная часть стоитъ выше цилиндрической для того, чтобы при совершенномъ наполненіи водою цилиндрической части, въ шарообразной осталася извѣстный объемъ воздуха. Цилиндрическая часть можетъ вмѣстить около 100 к. с. газовъ. Вся пипета стоитъ на деревянной подставкѣ такъ приспособленной, что конецъ капилляра цилиндрической части опускается немного ниже верхушки каучуковой трубки измѣрительной бюреты, если ее поставить на столѣ рядомъ съ пипетой.

Установивъ такимъ образомъ измѣрительную бюрету и абсорбціонную пипету и вытѣснивъ воздухъ изъ капилляра послѣдней, можно приступить къ переводу газовъ изъ бюреты въ пипету. Для этого капилляръ пипеты вставляется въ каучуковую трубку измѣрительной бюреты (калибръ ихъ таковъ, что первая входитъ во вторую совершенно плотно), снимается зажимъ съ каучуковой трубочки, вслѣдствіе чего происходитъ сообщеніе между бюретой и пипетой.

Чтобы перемѣстить газы изъ первой во вторую, нивелиционная бюрета подымается кверху, вслѣдствіе чего вода въ измѣрительной бюретѣ подымается и газы вытѣсняются по тонкой части измѣрительной бюреты, но надѣтому на нее каучуку, капиллярной трубкѣ цилиндрической части пипеты и входитъ въ самую цилиндрическую часть, содержащую фосфоръ. Соотвѣтственно объему газовъ, входящихъ въ пипету, извѣстный объемъ воды изъ цилиндрической части переходитъ

въ шарообразную часть по соединяющей ихъ стеклянной трубочкѣ, для чего шарообразная часть должна быть открыта.

Такимъ образомъ происходитъ соприкосновение испытуемой газовой смѣси съ фосфоромъ; поверхность соприкосновения, какъ сказано выше, довольно значительна вслѣдствіе палочкообразной формы фосфора. Коль скоро произойдетъ соприкосновение газовъ съ фосфоромъ, начинается поглощеніе кислорода, обнаруживающееся появленіемъ бѣлыхъ паровъ окисловъ фосфора при дневномъ свѣтѣ и блескомъ въ темнотѣ. Продукты окисленія фосфора мало по малу растворяются въ водѣ и, по истеченіи нѣкотораго времени, атмосфера газовъ въ пипетѣ проясняется, хотя никогда не проясняется совершенно. Оставшіеся непоглощенные окислы фосфора, по увѣренію *Гемпеля*, имѣютъ столь незначительное давленіе, что совершенно не вліяютъ на объемъ оставшихся послѣ поглощенія газовъ. Во все время процесса поглощенія кислорода, нивеляціонная бюрета должна стоять на подставкѣ рядомъ съ абсорбціонной пипетой.

Послѣ поглощенія кислорода, что узнается по проясненію атмосферы газовъ въ пипетѣ, газы переводятся обратно въ измѣрительную бюрету. Для этого нивеляціонная бюрета опускается книзу, вслѣдствіе чего газы изъ пипеты всасываются въ измѣрительную бюрету.

Послѣ перевода газовъ въ бюрету необходимо подождать нѣкоторое время для того, чтобы оставшіеся газы успѣли принять объемъ, соответственный окружающей температурѣ; это обыкновенно незначительный промежутокъ времени, такъ какъ при поглощеніи кислорода фосфоромъ въ такихъ размѣрахъ, температура газовой смѣси повышается незначительно; обыкновенно послѣ 5 минутъ я не замѣчалъ уже уменьшенія объема газовой смѣси. Послѣ этого приступается къ отсчету объема оставшихся газовъ.

Объемъ газовой смѣси, наблюдаемый до поглощенія кислорода фосфоромъ, за вычетомъ объема газа, оставшагося послѣ поглощенія, конечно съ поправками, по той же формулѣ на температуру, давленіе, упругость водяного пара,—укажетъ объемъ кислорода, содержавшійся въ испытуемой газовой смѣси. Для того, чтобы убѣдиться въ точности этого метода, я произвелъ нѣсколько сравнительныхъ опредѣленій

количества кислорода въ атмосферномъ воздухѣ посредствомъ сжиганія его съ водородомъ въ эвдиометръ по *Бунзену* и поглощеніемъ фосфоромъ по *Линдману* въ приборѣ *Гемпеля*. Во всѣхъ опредѣленіяхъ получились весьма близкіе результаты; разница между опредѣленіями по двумъ этимъ способамъ не превышала 0,1—0,2 к. с. на 100 объемовъ воздуха.

Количество *легкоокисляющихся органическихъ веществъ* воды я опредѣлялъ способомъ *Кубеля* по количеству кислорода, отдаваемого марганцевокислымъ калиемъ для ихъ окисленія, при температурѣ кипѣнія и кислой реакціи. Для всѣхъ опредѣленій, время нужное для вскипанія испытуемой воды равнялось около 4 минутъ, кипѣніе продолжалось во всѣхъ случаяхъ ровно 5 минутъ.

Для опредѣленія титра раствора марганцевокислаго калия употреблялся растворъ кристаллической щавелевой кислоты, содержащій 0,63 гр. ея на литръ чистѣйшей дистиллированной воды. 10 к. с. такого раствора содержитъ 6,3 mgr. кислоты, требующей 0,8 mgr. кислорода для полного окисленія въ воду и угольную кислоту. Растворъ кристаллической щавелевой кислоты приготовлялся всегда свѣжій, для чего брались заранѣе приготовленные, развѣшанные порціи ея, хранящіяся въ маленькихъ стеклянныхъ пробирочкахъ.

Самое опредѣленіе количества окисляемыхъ органическихъ веществъ производилось способомъ *Кубеля* \*): къ 100 к. с. испытуемой воды прибавлялось 5 к. с. разведенной сѣрной кислоты (1:3) и смѣсь нагревалась на огнѣ до кипѣнія; послѣ начала кипѣнія къ смѣси прибавлялось 5 к. с. раствора хамелеона, поставленнаго по выше указанному раствору щавелевой кислоты и подвергалась кипѣнію въ продолженіи 5 минутъ; по истеченіи этого времени, въ колбочку съ испытуемою водою прибавлялось 10 к. с. раствора щавелевой кислоты и вслѣдъ за этимъ раствора марганцевокислаго калия до появленія слабаго фіолетоваго оттѣнка жидкости. Вычитая количество раствора хамелеона, необходимое для окисленія 6,3 mgr. щавелевой кислоты изъ коли-

\*) *Д-ръ Флогг*. Руководство къ Гигіеническимъ способамъ изслѣдованія 1882. стр. 325, 326.



чества хамелеона, ушедшаго на окисленіе испытуемой воды, плюсь 6,3 mgr. щавелевой кислоты, получаемъ въ остаткѣ количество его, ушедшее на окисленіе органическихъ веществъ испытуемой воды. Изъ этого количества легко вычислить въ-совое количество кислорода, потребленное органическими веществами воды для ихъ окисленія.

Присутствіе *амміачныхъ* соединеній опредѣлялось рективомъ *Несслера*, представляющимъ щелочный растворъ двойной соли іодистой ртути и іодистаго калия. Опредѣленіе производилось въ стеклянныхъ цилиндрахъ въ 150 к. с. воды, послѣ предварительнаго осажденія солей кальція и магнія концентрированными растворами: ѣдкаго натра (1 : 2) и углекислаго натра (1 : 5). Растворы эти приготавливались на водѣ, не содержащей амміака, для чего, по способу *Тромсдорфа* \*), чистую висляную воду (не дающую реакціи на амміакъ), я перегонялъ изъ кислаго раствора, прибавляя къ водѣ небольшое количество кислаго сѣрнокислаго калия. Перегонка совершалась изъ тщательно вымытой стеклянной реторты въ чистую стеклянку. Первая половина перегона отбрасывалась и шла въ употребленіе только вторая его часть. Стелянка съ перегнанною водою закупоривалась притертою стеклянною пробкою.

Опредѣленіе присутствія амміака производилось слѣдующимъ образомъ: полъ литра испытуемой воды вливалось въ стеклянной цилиндръ, закрывающійся притертою стеклянною пробкою; къ водѣ этой прибавлялось 2 к. с. раствора ѣдкаго натра и 4 к. с. раствора углекислаго натра; подождавъ нѣкоторое время, пока не осядутъ на дно цилиндра выпавшія изъ раствора углекислыя соединенія кальція и магнія, вполне прозрачную жидкость я переливалъ въ два рядомъ стоявшіе цилиндры; къ водѣ одного цилиндра приливалъ 1,5 к. с. *Несслера* реагента, жидкость перемѣшивалъ чистой стеклянной палочкой и цилиндръ прикрывалъ стеклянной пластинкой. Подождавъ пять минутъ, я приступалъ къ опредѣленію при-

---

\*) *А. Я. Щербаковъ*. Способы санитарныхъ изслѣдованій. Часть I. Качественный и количественный анализъ водъ употреблемыхъ для питья стр. 264, 265, 266.

существованія амміака помощьюъ сравненія окрашиванія жидкости въ обоихъ цилиндрахъ, для чего цилиндры ставились на бѣлую бумагу. Ни въ одной изъ изслѣдуемыхъ мною водъ я не находилъ такихъ количествъ амміака, чтобы образовался осадокъ іодистаго меркурамонія или же получалось красное или темнокрасное окрашиваніе жидкости; во всѣхъ случаяхъ присутствія амміачныхъ соединеній получалось блѣдно или ясно желтое окрашиваніе жидкости.

Присутствіе *азотистой кислоты* опредѣлялось іодистоцинковымъ крахмаломъ, приготовленнымъ согласно наставленію *Тромсдорфа* \*). Приготовленный по этому способу растворъ іодистоцинковаго крахмала хранился въ плотно закупоренной стеклянной пробкой стеклянѣ, обернутой черной бумагой и въ темномъ мѣстѣ. Опредѣленіе присутствія азотистой кислоты производилось слѣдующимъ образомъ: въ стеклянной цилиндръ вливалось 150 к. с. испытуемой воды, прибавлялось 4 к. с. реагента и 2 к. с. разведенной сѣрной кислоты (1 : 3), все это перемѣшивалось чистой стеклянной палочкой и цилиндръ съ жидкостью ставился въ разсѣянномъ свѣтѣ. Если синее окрашиваніе жидкости не появлялось по истеченіи 10-и минутъ отъ времени прибавленія реагента, то я считалъ, что азотистой кислоты нѣтъ.

Количественное опредѣленіе *азотной кислоты*, а въ случаѣ присутствія азотистой, суммы ихъ, опредѣлялось по способу *Шульце-Тимана* \*\*), состоящемъ въ томъ, что азотная и азотистая кислоты помощьюъ хлористаго желѣза и соляной кислоты переводятся въ окись азота, которая собирается въ газоизмѣрительной трубкѣ надъ перекипяченнымъ растворомъ ѣдкаго натра.

Для всѣхъ опредѣленій всегда приготовлялся свѣжій и насыщенный на холоду растворъ хлористаго желѣза, растворомъ фортепянной проволоки въ соляной кислотѣ. Полученный газъ окиси азота оставлялся на нѣкоторое время въ трубкѣ для того, чтобы водяной паръ весь поглотился; затѣмъ трубка съ газомъ вынималась изъ ванны съ ѣдкимъ натромъ и погружалась въ сосудъ съ холодною водою; по истеченіи нѣ-

\*) *А. Я. Щербаковъ.* назв. соч. стр. 191.

\*\*) 1. с. стр. 216 и слѣд.

котораго времени газъ принималъ объемъ соотвѣтственный окружающей температурѣ и объемъ его измѣрялся; для этой цѣли трубка съ газомъ поднимается кверху до сихъ поръ, пока уровень жидкости въ трубкѣ и сосудѣ не будетъ въ одной плоскости; подниманіе я производилъ деревянными щипчиками за часть трубки, наполненную жидкостью, во избѣжаніе прикосновенія руками къ части трубки, наполненной газомъ. Держа трубку на этой высотѣ, я отсчитывалъ объемъ газа. Приведеніе газа къ  $0^{\circ}$  и  $760^{\text{мм}}$  давленія производилось по той же формулѣ. Перемножая объемъ газа, выраженный въ кубическихъ сантиметрахъ на 2,413 получимъ количество ангидрида азотной кислоты ( $\text{N}_2 \text{O}_5$ ), выраженное въ миллиграммахъ.

Опредѣленіе количества свободной и полусвободной угольной кислоты я производилъ объемнымъ способомъ *Петтенкофера*. \*) Чтобы предохранить воду, содержащуюся въ колбочкахъ и назначенную для опредѣленія угольной кислоты, отъ доступа воздуха, какъ во время продолжительнаго стоянія ея, такъ и во время переливанія въ сосудъ съ баритовою водою я, по совѣту проф. Капустина, закупоривалъ колбочки каучуковыми пробками, снабженными двумя каналами, въ которые вставлялись короткія, стеклянныя трубочки, съ обоихъ концовъ открытыя, снизу кончающіяся на уровнѣ пробки, сверху немного выступающія надъ пробкою. Послѣ наполненія колбочекъ испытуемою водою и закрытіи ихъ пробками, на стеклянныя трубки надѣвались короткія каучуковыя трубки, наполненныя той же водою и закрывающіяся стеклянными палочками. Для производства опредѣленія, въ Эрленмееровскую колбу, закрытую каучуковымъ, съ двумя отверстіями, колпачкомъ, проводился воздухъ, лишенный углекислоты (для этого воздухъ проводился помощью аспиратора черезъ U—образную трубку, наполненную крупнозернистою натронною известью и черезъ дрекслеровскую стьянку съ концентрированнымъ растворомъ ѣдкаго кали) и послѣ, со всѣми предосторожностями, вводилось въ колбу: 50 в. с. баритовой воды опредѣленной концентраціи, 5 в. с. насыщеннаго раствора хлористаго барія и такое же количество насыщеннаго раствора хлористаго аммонія.

\*) 1. с. стр. 154, 155.

Чтобы перелить испытуемую воду въ колбу съ баритовою водою, я соединялъ стеклянныя трубочки пробки, закупоривающей колбочку съ испытуемою водою, съ каучуковыми трубочками колпачка Эрленмееровской колбочки, опроецидывая колбочку съ водою дномъ кверху. Вода переливалась въ Эрленмееровскую колбочку безъ доступа наружнаго воздуха, при чемъ на мѣсто вытекающей воды входилъ лишенный углекислоты воздухъ Эрленмееровской колбочки. Для опредѣленія уменьшенія щелочности баритовой воды я бралъ свѣже приготовленный растворъ кристаллической щавелевой кислоты 2,8636 грм. на литръ перекипяченной дистиллированной воды; 1 к. с. такого раствора отвѣчаетъ 0,001 угольной кислоты.

Въ качествѣ индикатора я употреблялъ спиртный растворъ розоловой кислоты.

Баритовая вода, служившая для всѣхъ опредѣленій и сохраняемая со всѣми должными предосторожностями, всегда имѣла одинаковую концентрацію, именно 50 к. с. ея отвѣчало 54,3 к. с. раствора щавелевой кислоты указанной концентраціи. Эрленмееровская колбочка, пипеты, помощью которыхъ вводились въ колбочку растворы хлористаго барія и хлористаго аммонія, ополаскивались прокипяченною дистиллированою водою. Титрованіе производилось слѣдующимъ образомъ: въ маленькую Эрленмееровскую колбочку, закрытую каучуковымъ колпачкомъ, воздухъ которой не содержалъ углекислоты, помощью пипеты, переливалось 50 к. с. свѣтлой жидкости изъ смѣси испытуемой воды съ баритовою водою; туда же прибавлялось нѣсколько капель раствора розоловой кислоты и затѣмъ приливался растворъ щавелевой кислоты черезъ трубочку колпачка при закрытой другой трубочкѣ его, которую нужно было отъ времени до времени открывать для выпусканія сгущаемаго воздуха. Зная количество баритовой воды въ 50 к. с. смѣси и степень щелочности ея, высчитывалось количество угольной кислоты въ миллиграммахъ, по уменьшенію щелочности смѣси.

Въ заключеніе, прежде чѣмъ приводить результаты своихъ изслѣдованій, считаю необходимымъ остановиться на основаніяхъ для указанія *нормальнаго* содержанія въ водѣ кислорода, соотвѣтственно температурѣ воды и давленію атмосферы, о значеніи которыхъ сказано во вступленіи. Растворимость

газовъ въ водѣ измѣняется пропорціонально давленію т. е. при увеличенномъ давленіи, растворится больше газа и обратно; и во столько разъ больше, во сколько увеличено давленіе.

Подъ количествомъ газа разумѣется или вѣсъ его или объемъ, измѣренный при опредѣленномъ давленіи и температурѣ. Такъ какъ газъ измѣняетъ свой объемъ обратно пропорціонально давленію, то объемъ газа, растворяющійся въ извѣстномъ объемѣ воды остается, собственно говоря, неизмѣннымъ, какое бы давленіе ни имѣлъ газъ. Если *напр.* при давленіи одной атмосферы въ 100 объемахъ воды растворится 4 объема кислорода, то при давленіи двухъ атмосферъ растворится также 4 объема кислорода, измѣренные подъ тѣмъ же давленіемъ или 8 объемовъ, если газъ измѣрять подъ давленіемъ одной атмосферы. Подъ давленіемъ 0 атмосферъ или въ безвоздушномъ пространствѣ, газы не растворяются въ водѣ. \*)

Затѣмъ растворимость газовъ въ водѣ измѣняется весьма значительно съ измѣненіемъ природы растворяющагося газа; такъ *напр.* при давленіи 760<sup>mm</sup> и 0° С. одинъ объемъ воды растворяетъ слѣдующіе объемы различныхъ газовъ: кислорода 0,04 — водорода 0,0193 — азота 0,0203 — окиси углерода 0,03 — углекислоты 1,80 — болотнаго газа 0,05 — сѣрководорода 4,37 — хлористоводороднаго газа 504,8 — амміачнаго газа 1180,4. \*\*)

Излишекъ кислорода, встрѣчающійся въ нѣкоторыхъ источникахъ воды, легко можетъ зависѣть отъ развитія этого газа растущими въ водѣ хлорофильными растеніями.

На оборотъ, растворяющая способность жидкостей по отношенію къ газамъ часто уменьшается при раствореніи въ нихъ другихъ веществъ и этимъ путемъ можно иногда вызвать выдѣленіе газа изъ раствора; такъ *напр.* растворимость углекислоты и кислорода въ водѣ уменьшается при раствореніи въ ней поваренной соли. \*\*\*)

Такъ какъ коэффициенты растворимости въ водѣ кислорода и другихъ газовъ установлены опытнымъ путемъ лишь для

\*) Менделѣевъ. Основы Химіи Часть I стр. 142.

\*\*) Тамже стр. 146, 147.

\*\*\*) Н. Н. Любавинъ. Физическая Химія 1876 стр. 321.

дестиллированной воды, то мы не можемъ теоретически точно опредѣлить способности растворять газы для всякой данной естественной воды, со всѣми особенностями ея состава и свойствъ. Поэтому, пользуясь для всякой данной воды найденными коэффициентами, должно имѣть въ виду лишь приближительное ихъ значеніе, — вѣроятно, впрочемъ, весьма близкое къ истинному, по крайней мѣрѣ для прѣсныхъ и мягкихъ водъ.

Коэффициенты растворимости газовъ \*) въ водѣ измѣняются довольно быстро съ температурой растворяющей воды. *Бунзенъ* \*\*) экспериментальнымъ путемъ, помощью „*абсорбциометра*“, опредѣлилъ растворимость различныхъ газовъ при различныхъ температурахъ.

Привожу полученные имъ данныя для кислорода:

Температура воды	1 объемъ воды поглощаетъ кислорода
0° С.	0,04114 объема
1° „	0,04007 „
2° „	0,03907 „
3° „	0,03810 „
4° „	0,03717 „
5° „	0,03628 „
6° „	0,03540 „
7° „	0,03465 „
8° „	0,03387 „
9° „	0,03317 „
10° „	0,03250 „
11° „	0,03189 „
12° „	0,03133 „
13° „	0,03082 „
14° „	0,03034 „
15° „	0,02989 „
16° „	0,02949 „

\*) *Менделѣевъ*. Назв. соч. стр. 149.

\*\*) *R. Bunsen*. *Gazometrische Methoden* 1857 стр. 384.

Температура воды	1 объемъ воды поглощаетъ кислорода
17° С.	0,02914 объема
18° „	0,02884 „
19° „	0,02858 „
20° „	0,02838 „

Приведенные законы растворимости газовъ относятся къ тому случаю, когда растворяющійся газъ въ чистомъ видѣ приведенъ въ соприкосновеніе съ водою; тогда все давленіе, свойственное газу, принадлежитъ ему одному и онъ растворится подъ всѣмъ этимъ давленіемъ. Но если на воду давить смѣсь газовъ, то растворимость каждаго отдѣльно газа, входящаго въ составъ газовой смѣси, совершается согласно закону *частнаго* или *парціального* давленія т. е. той части общаго давленія, которая пропорціональна относительному количеству газа въ газовой смѣси. \*)

Всѣ открытыя водяныя скопленія находятся въ соприкосновеніи съ атмосфернымъ воздухомъ, 100 объемовъ котораго приблизительно состоятъ изъ 79 объемовъ азота и 21 объемовъ кислорода (около 0,04 объема углекислоты и 1 объема водяного пара). Слѣдовательно, раствореніе азота въ водѣ, соприкасающейся съ воздухомъ, имѣющимъ давленіе 760<sup>мм</sup>, будетъ происходить подъ парціальнымъ давленіемъ  $\frac{79}{100} \cdot 760$  т. е. подъ давленіемъ около 600<sup>мм</sup> ртутнаго столба; раствореніе кислорода подъ давленіемъ  $\frac{21}{100} \cdot 760$  т. е. около 160<sup>мм</sup>, углекислоты около 0,3<sup>мм</sup>. Поэтому, хотя коэффициентъ растворимости кислорода вдвое больше коэффициента азота, но вода должна содержать въ растворѣ гораздо менѣе кислорода чѣмъ азота, потому что парціальное давленіе перваго гораздо менѣе чѣмъ второго.

Зная указанныя отношенія, всегда легко вычислить, какое именно количество кислорода можетъ растворить данная вода при данномъ давленіи и температурѣ, зная что составъ воздуха всегда почти постояненъ и что, слѣдовательно, пар-

\*) *Менделѣевъ*. Назв. соч. стр. 150, 151.

ціальное давленіе кислорода относительно общаго давленія атмосферы почти не измѣняется. \*)

Принимая это парціальное давленіе равнымъ 0,21 даннаго общаго давленія и пользуясь приведенной выше таблицей Бунзена, мы вычисляемъ теоретическое (нормальное) объемное содержаніе кислорода (приведенное къ 0° и 760<sup>мм</sup>) въ 1000 объемахъ изслѣдуемой воды по слѣдующей формулѣ:

$$X = \frac{K. V. 0,21}{(1 + 0,00367t)760} \cdot 1000.,$$

гдѣ К есть коэффициентъ растворимости кислорода при наблюдаемой температурѣ воды (t°), V наблюдаемое барометрическое давленіе (приведенное къ 0°), 0,21 среднее парціальное давленіе кислорода въ атмосферѣ. Если напр. температура воды 10° С., высота барометра 750<sup>мм</sup>, то содержаніе кислорода въ кубическихъ сантиметрахъ въ 1 литрѣ воды, теоретически должно быть равно:

$$X = \frac{0,0325 \cdot 750 \cdot 0,21}{(1 + 0,00367 \cdot 10)760} \cdot 1000 = 6,497 \text{ к. с.}$$

Какъ увидимъ ниже, дѣйствительное содержаніе кислорода (по анализу) въ рѣчной и прудовой водѣ часто бываетъ очень близко къ вычисленному.

Для колодезной воды норма эта не имѣетъ значенія по указаннымъ выше причинамъ.

По составу воздухъ \*\*), растворенный въ водѣ при различныхъ температурахъ и давленіяхъ всегда одинаковъ и теоретически долженъ содержать:

\*) Въ курсѣ Гигіены проф. Эрисмана (Томъ I стр. 23 и слѣд.) и въ монографіи F. Reusch'a (Die Luft 1886 стр. 7 и слѣд.) приведены прежнія и новѣйшія данныя объ содержаніи кислорода въ воздухѣ въ различныхъ мѣстахъ и при различныхъ условіяхъ. Положимъ, что для нашей цѣли небольшія отступленія отъ средней величины 20,9 не имѣютъ значенія.

\*\*\*) Bunzen. Назв. соч. стр. 220.



Кислорода 34,91 }  
Азота 65,09 } на 100 объемовъ воздуха.

Отношеніе же кислорода къ азоту должно быть, слѣдовательно, равно 1:1,864.

Указавъ способы и условія произведенныхъ мною изслѣдованій, привожу ихъ результаты, пока безъ всякихъ замѣчаній и выводовъ:

## I. Р-В-Ч-Н-А-Я ВОДА.

1. Вода р-внн Вислы, взятая на глубинѣ полуметра, нѣсколько саженей отъ берега, противъ Беднарской ульци.  
 12 Мая 1886 года 8 1/2 часовъ утра. Температура воздуха = 14,5° С.; вода 13,6° С.; барометрическое да-  
 вленіе 752 мм; парціальное давленіе кислорода 158 мм; коэффициентъ растворимости его = 0,03034; нормальное  
 содержаніе кислорода въ литрѣ воды 6,0008 к. с. Вода сильно мутная; профильтрованная черезъ бумагу со-  
 вершенно прозрачная и безцвѣтная.

	Объемы въ кубическихъ сантиметрахъ				Вѣсь въ граммахъ								
	Количество воды	Количество газовой смеси (0° 760 мм)	Изъ этого		На 1000 воды		На 100000						
			Кислорода (0° 760 мм)	Азота (0° 760 мм)	Газовой смеси (0° 760 мм)	Кислорода (0° 760 мм)	Азота (0° 760 мм)	Кисл. отданнаго хамелеономъ для окисл. орг. вещ.	Свободной и полусвободной угольной кислоты	Амміяка	Азотистой кислоты	Сумма азотной и азотистой кислоты въ видѣ N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
1790	33,62	10,74	22,88	18,77	6,0	12,77	1:2,12	31,9	0,37	3,9	0	0	0,0978
1756	33,25	10,30	22,95	18,93	5,8	13,13	1:2,2	30,6					
<i>Таже вода черезъ недѣлю 19 Мая 1886 года.</i>													
1350	19,86	2,87	16,99	14,71	2,12	12,59	1:5,9	14,4	0,22	4,1	0	0	0,14
1332	19,64	2,79	16,85	14,74	2,09	12,65	1:6,05	14,7					
<i>Таже вода черезъ двѣ недѣли 26 Мая 1886 года.</i>													
(Средняя температура, при которой стояла вода 23,9° С.).													
1925	25,64	1,73	23,91	13,31	0,89	12,42	1:13,9	6,6	0,085	4,8	0	0	0,18
1897	25,36	1,46	23,90	13,36	0,76	12,60	1:16,5	5,6					
(Средняя температура, при которой стояла вода 21,3° С.).													

2. Вода рѣки Вислы, взятая ниже желѣзнаго моста, соединяющаго Варшаву съ Прагою, на глубинѣ полуметра, приблизительно по срединѣ рѣки. 20 Мая 1886 года 8 1/2 часовъ утра. Температура воздуха 16° С.; вода 18,5° С.; атмосферное давленіе 752,9мм; парціальное давленіе кислорода 158,1мм; коэффициентъ растворимости его 0,02884; нормальное содержаніе кислорода въ литрѣ воды 5,62 в. с. Вода мутная, профильтрованная черезъ бумагу совершенно прозрачная и безцвѣтная.

Колнчество воды	Объемы въ кубическихъ сантиметрахъ						Въ сѣ въ грамммахъ					
	Изъ этого			На 1000 воды			На 100000					
	Кислорода (00 760 мм)	Азота (00 760 мм)	Газовой смѣси (00 760 мм)	Кислорода (00 760 мм)	Азота (00 760 мм)	Изъ этого	Кисл. отдѣляемо хлороформомъ для окисл. орг. вѣщ.	Свободной и по- лученной углеродной	Аммиака	Азотистой кисло- ты	Сумма азотной и азотистой ки- слотъ въ видѣ № 05	
1790	33,68	10,59	23,09	18,81	5,91	12,90	1:2,18	31,4	0,42	4,6	0	0,074
1756	32,80	9,77	23,03	18,67	5,56	13,11	1:2,35	29,7				
<i>Таже вода черезъ неделю 27 Мая 1886 года</i>												
1915	33,09	7,76	25,33	17,27	4,05	13,22	1:3,26	23,4	(Средняя температура, при которой стояла вода 20,7° С.)			
1897	32,83	7,31	25,52	17,3	3,85	13,45	1:3,49	22,2	0,23	5,2	0	0,098
<i>Таже вода черезъ пять недель 3 Июня 1886 года.</i>												
1350	18,4	0,8	17,6	13,6	0,59	13,01	1:22,05	4,3	(Средняя температура, при которой стояла вода 18,5° С.)			
1332	17,8	0,78	16,2	13,3	0,58	12,72	1:21,9	4,3	0,16	5,84	0	0,13

3. Вода рѣки Вислы, взятая изъ водопроводнаго крана на Университетскомъ Дворѣ. 13 Июня 1886 года.  
Температура воздуха 16,5° С.; воды 17° С.; атмосферное давление 754мм. Вода сильно мутная.

	Объемы въ кубическихъ сантиметрахъ.				Вѣсъ въ граммахъ								
	Изъ этого		На 1000 воды		На 100000								
	Изъ этого	На 1000 воды	Изъ этого	На 1000 воды	Аммиака	Азотистой кислоты	Сумма азотной и азотистой кислотъ въ видѣ N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>						
Количество воды													
Количество газовой смѣси (0° 760 мм)													
Кислорода (0° 760 мм)													
Азота (0° 760 мм)													
Газовой смѣси (0° 760 мм)													
Кислорода (0° 760 мм)													
Азота (0° 760 мм)													
Отношеніе кислорода къ азоту													
На 100 объемовъ газовой смѣси кислорода													
Кисл. отданнаго хамелеономъ для окисл. орг. вѣщ.													
Свободной и полусвободной угольной кислоты													
Аммиака													
Азотистой кислоты													
Сумма азотной и азотистой кислотъ въ видѣ N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>													
1287	27,45	7,82	19,63	22,18	6,07	16,11	1:2,51	28,4	0,28	5,76	0	0,	0,099
1224	24,9	7,40	17,50	20,34	6,04	14,30	1:2,36	29,7					
<i>Таже вода черезъ неделю 20 Июня 1886 года.</i>													
(Средняя температура, при которой стояла вода 16,7° С.).													
1350	33,0	7,15	25,85	24,5	5,3	19,2	1:3,62	21,6	0,189	5,88	0	0	0,6558
<i>Таже вода черезъ два недѣли 27 Июня 1886 года.</i>													
(Средняя температура, при которой стояла вода 20° С.).													
1332	25,4	2,09	23,31	18,92	1,56	17,36	1:11,05	8,29	0,171	6,02	0	0	0,908
<i>Второй когда съ водою допнуга.</i>													

4. Вода рѣки Вислы, взятая на глубинѣ полуметра, нѣсколько сажений отъ берега и десять сажений ниже впаденія въ рѣку городского сточнаго канала, впадающаго на высотѣ Доброй улицы. 9 *Юля* 1886 года 10 часовъ утра. Температура воздуха 25,5° С.; воды 20,5° С.; атмосферное давление 753,5мм; парціальное давление кислорода 158,2мм; коэффициентъ растворимости его въ водѣ 0,02838. Нормальное содержание кислорода въ литрѣ воды 5,49 к. с. Вода сильно мутная.

Количество воды	Объемы въ кубическихъ сантиметрахъ						Отношение кислорода къ азоту	На 100 объемовъ газовой смеси кислорода	Въ сѣтъ въ граммахъ				
	Изъ этого		Изъ этого		Изъ этого				Кисл. отдѣннаго хамелеономъ для окисл. орг. вѣщ.	Свободной и погложденной углеродной кислоты	Аммиакъ	Азотистой кислоты	Сумма азотной и азотистой кислотъ въ видѣ N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	Кислорода (0° 760 мм)	Азота (0° 760 мм)	Газовой смеси (0° 760 мм)	Кислорода (0° 760 мм)	Азота (0° 760 мм)	Газовой смеси (0° 760 мм)							
1350	24,93	7,9	17,03	18,46	5,85	12,61	1:2,15	31,68	0,265	5,86	0	0	0,0526
1332	23,7	7,2	16,50	17,79	5,40	12,29	1:2,29	30,38					
<i>Таже вода черезъ недѣлю 16 Юля 1886 года.</i>													
1224	18,08	0,35	17,73	14,77	0,28	14,49	1:50,65	1,93	0,18	7,1	0	0	0,097
<i>Вторая колба съ водою лопнула.</i>													
<i>(Средняя температура, при которой стояла вода 24,2° С.)</i>													
1275	14,1	0	14,1	11,05	0	11,05	1:∞	0	0,16	8,4	0	0	0,01
<i>Вторая колба съ водою лопнула.</i>													
<i>Таже вода черезъ день недѣли 23 Юля 1886 года.</i>													
<i>(Средняя температура, при которой стояла вода 22,8° С.)</i>													

5. Вода рѣки Вислы, взятая подъ желѣзнымъ мостомъ, соединяющимъ Варшаву съ Прагою, на глупбинѣ одного метра, по срединѣ рѣки. 28 Июля 1886 года 9 часовъ утра. Температура воздуха 20° С.; вода 18° С.; атмосферное давление 749,6мм; парциальное давление кислорода въ литрѣ воды 5,603 к. с. Вода своримости его въ водѣ 0,02884; нормальное содержание кислорода въ литрѣ воды 5,603 к. с. Вода сильно мутная; профильтрованная черезъ бумагу совершенно прозрачна и безцвѣтна.

	Объемы въ кубическихъ сантиметрахъ						Вѣсъ въ граммахъ							
	Изъ этого			На 1000 воды			На 100000							
	Кислорода (0° 760 мм)	Азота (0° 760 мм)	Газовой смѣси (0° 760 мм)	Кислорода (0° 760 мм)	Азота (0° 760 мм)	Отношеніе кислорода къ азоту	На 100 объемовъ газовой смѣси кислорода	Кисл. отданнаго хамелеономъ для окисл. орг. вещ.	Свободной и полусвободной угольной кислоты	Амміяка	Азотистой кислоты	Сумма азотной и азотистой кислоты въ видѣ N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
Количество воды	1790	32,77	10,74	22,03	18,3	6,0	12,3	1:2,05	32,7	0,217	3,62	0	0	0,0851
Количество газовой смѣси (0° 760 мм)	1756	31,43	10,21	21,22	17,89	5,81	12,08	1:2,07	32,4	0,217	3,62	0	0	0,0851
<i>Тамже вода черезъ нефтью 4 Августа 1886 года.</i>														
(Средняя температура, при которой стояла вода 19,6° С.)														
	1649	29,07	7,66	21,41	17,62	4,64	12,98	1:2,8	26,3	0,15	3,71	0	0	0,1602
	1350	24,43	6,95	17,48	18,09	5,14	12,95	1:2,51	28,4	0,15	3,71	0	0	0,1602
<i>Тамже вода черезъ нефтью 11 Августа 1886 года.</i>														
(Средняя температура, при которой стояла вода 21,1° С.)														
	1340	23,15	6,36	16,79	17,27	4,74	12,53	1:2,64	27,4	0,115	3,96	0	0	0,253
	1275	19,79	4,41	15,38	15,51	3,45	12,06	1:3,48	22,2	0,115	3,96	0	0	0,253

## II. ВОДА КОЛОДЦЕВЪ.

6. Вода колодца, находящегося на дворѣ дома N. 20 на улицѣ Краковское Предмѣстье. 21 *Апрѣля* 1887 года 8 часовъ утра. Температура воздуха 13,0° С.; воды 9,0° С., атмосферное давление 748 мм. Вода желтоватая, прозрачная.

Количество воды	Объемы въ кубическихъ сантиметрахъ						Всѣ въ граммахъ				Сумма азотной и азотистой кислоты въ видѣ N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
	Изъ этого		На 1000 воды		На 100000		Кисл. отъдѣннаго каменоломнѣ для окисл. орг. вѣщ.	Свободной и поглощенной углекислоты	Аммиакъ	Азотистой кислоты			
	Кислорода (0° 760 мм)	Азота (0° 760 мм)	Газовой смѣси (0° 760 мм)	Изъ этого	Кислорода (0° 760 мм)	Азота (0° 760 мм)							
1925	36,6	4,5	32,1	19,01	2,33	16,68	1:7,15	12,2	0,809	13,64	слѣды	ясная реакция	15,018
1914	36,7	4,69	32,01	19,17	2,45	16,72	1:6,82	12,7					
<i>Таже вода черезъ недѣлю 28 Апрѣля 1887 года.</i>													
1992	35,6	2,64	32,96	17,87	1,32	16,55	1:12,53	7,3					
1897	33,04	2,00	31,04	17,52	1,05	16,47	1:15,68	5,9	0,76	13,8	слѣды	0	15,162
<i>Таже вода черезъ двѣ недѣли 5 Мая 1887 года.</i>													
1350	23,43	0,81	22,62	17,35	0,6	16,75	1:27,92	3,4					
1332	23,13	0,63	22,50	17,36	0,63	16,73	1:26,55	2,7	0,77	15,2	слѣды	0	15,978

7. Вода колодца Саксонского Сада (вблизи Нецагой улицы). 25 Апреля 1887 года 8<sup>1/2</sup> часов утра. Температура воздуха 8,5° С.; воды 7° С.; атмосферное давление 752,5 мм. Вода желтоватая, прозрачная.

	Объемы въ кубическихъ сантиметрахъ				Въ сѣть въ граммахъ									
	Наъ этого		На 1000 воды		На 100000		В о д ы							
Количество воды														
Количество газовой смеси (0° 760 мм)														
Кислорода (0° 760 мм)														
А з о т а (0° 760 мм)														
Газовой смеси (0° 760 мм)														
Кислорода (0° 760 мм)														
А з о т а (0° 760 мм)														
Отношение кислорода къ азоту														
На 100 объемовъ газовой смеси кислорода														
Кисл. отданнаго хамелеономъ для окисл. орг. вещ.														
Свободной и полусвободной угольной кислоты														
А м м ѳ я к а														
Азотистой кислоты														
Сумма азотной и азотистой кислотъ въ видѣ N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>														
1980	42,67	4,55	38,12	21,55	2,29	19,26	1:8,41	10,6	0,24	14,4	0	0	4,34	
1925	41,39	4,01	37,38	21,50	2,08	19,42	1:9,33	9,7						
<i>Таже вода черезъ неделю 2 Мая 1887 года.</i>														
(Средняя температура, при которой стояла вода 14,4° С.),														
1914	39,06	2,46	36,60	20,4	1,28	19,12	1:14,93	6,2	0,2	14,772	0	0	4,577	
1912	39,96	2,37	36,59	20,37	1,23	19,14	1:15,56	6,0						
<i>Таже вода черезъ девъ недель 9 Мая 1887 года.</i>														
(Средняя температура, при которой стояла вода 18,4° С.),														
1881	37,49	2,4	35,09	19,93	1,27	18,66	1:14,7	6,3	0,18	16,4	0	0	4,66	
1790	35,81	1,51	34,30	20,0	0,84	19,16	1:22,8	4,2						



8. Вода колодца, находящегося на Университетскомъ дворѣ около Гигиенической Лабораторіи. 13 Мая 1887 года 1 часъ дня. Температура воздуха 11° С.; воды 8,5° С. Атмосферное давление 754,5мм. Вода желтоватая, прозрачная.

Количество воды	Объемы въ кубическихъ сантиметрахъ				На 1000 воды	На 100 объемовъ газовой смеси (0° 760 мм)	Отношение кислорода къ азоту	На 100 объемовъ газовой смеси кислорода	Въсь въ граммахъ					
	Изъ этого		Изъ этого						Кислорода (0° 760 мм)	Азота (0° 760 мм)	Свободной и поуглекислотной	Аммиака	Азотистой кислоты	Сумма азотной и азотистой кислотъ въ видѣ № 02
	Кислорода (0° 760 мм)	Азота (0° 760 мм)	Газовой смеси (0° 760 мм)	Азота (0° 760 мм)										
1992	38,21	4,4	33,81	19,17	2,2	16,97	1:7,71	11,4	0,5	13,9	слѣды	0	22,344	
1980	37,95	4,21	33,74	19,16	2,12	17,04	1:8,03	11,0						
<i>Тамже вода черезъ неделю 20 Мая 1887 года.</i>														
1914	35,27	3,03	32,24	18,42	1,58	16,84	1:10,63	8,5	0,48	14,5	0	0	22,71	
1912	35,09	3,12	31,97	18,35	1,63	16,72	1:10,25	8,8						
<i>Тамже вода черезъ два недѣли 27 Мая 1887 года.</i>														
1350	24,58	1,35	23,23	18,22	1,0	17,22	1:17,22	5,4	0,137	33,0	0	0	23,13	
1332	24,03	1,17	22,86	18,04	0,87	17,17	1:19,73	4,8						

9. Вода колодца Лазенковского парка. 16 Мая 1887 года 9 часов утра. Температура воздуха 16° С.; воды 9,5° С.; атмосферное давление 747,5мм. Вода слегка желтоватая, прозрачная.

	Объемы въ кубическихъ сантиметрахъ				Въ сѣть въ граммахъ								
	Въ аэото		На 1000 воды		На 100000								
Количество воды													
Количество газовой смѣси (0° 760 мм)													
Кислорода (0° 760 мм)													
Азота (0° 760 мм)													
Газовой смѣси (0° 760 мм)													
Кислорода (0° 760 мм)	Въ аэото		На 1000 воды										
Азота (0° 760 мм)													
Отношеніе кислорода къ азоту													
На 100 объемовъ газовой смѣси кислорода													
Кисл. отданнаго хамелеономъ для окисл. орг. вѣщ.													
Свободной и полусвободной угольной кислоты													
Амміяка													
Азотистой кислоты													
Сумма азотной и азотистой кислотъ въ видѣ N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>													
1992	39,97	4,42	35,55	20,06	2,21	17,85	1:8,07	11,0	0,043	14,9	0	0	0,202
1980	39,67	4,36	35,31	20,03	2,2	17,83	1:8,1	10,9					
<i>Также вода черезъ недѣлю 23 Мая 1887 года.</i>													
(Средняя температура, при которой стояла вода 15,5° С.).													
1925	36,81	3,69	33,12	19,12	1,91	17,21	1:9,01	9,9	0,03	15,5	0	0	0,215
1897	37,0	3,97	33,03	19,5	2,09	17,41	1:8,33	10,7					
<i>Также вода черезъ двѣ недѣли 30 Мая 1887 года.</i>													
(Средняя температура, при которой стояла вода 18,2° С.).													
1881	35,56	3,06	32,50	18,90	1,62	17,28	1:10,66	8,5	0,029	16,0	0	0	0,228
1790	31,58	2,34	29,24	17,64	1,30	16,34	1:12,56	7,3					

10. Вода колодца, находящегося во дворъ дома № 20 на Новомейской улицѣ. (Старая часть города, Старое Място). 4 Июня 1887 года 8½ часовъ утра. Температура воздуха 16°,5 С.; воды 10° С.; атмосферное давленіе 753,5мм. Вода желтоватая, прозрачная.

Количество воды	Объемы въ кубическихъ сантиметрахъ						Вѣсь въ граммахъ				Сумма азотной и азотистой кислоты		
	Изъ этого			На 1000 воды			На 100000						
	Кислорода (0° 760 мм)	Азота (0° 760 мм)	Газовой смеси (0° 760 мм)	Газовой смеси (0° 760 мм)	Кислорода (0° 760 мм)	Азота (0° 760 мм)	Кисл. отдѣлято окисл. орг. вѣщ. хамеанономъ для свободной и поуглеводной угльной кислоты	Аммиака	Азотистой кислоты	ты			
1992	41,8	11,44	30,36	20,98	5,74	15,24	1:2,65	27,3	0,44	12,66	слѣды	0	63,12
1980	41,99	11,27	30,72	21,2	5,69	15,51	1:2,74	26,7					
<i>Тамже вода черезъ недѣлю 11 Июня 1887 года.</i>													
1914	37,33	8,84	28,49	19,5	4,61	14,89	1:3,22	23,6	0,387	13,7	ясная реакция		65,083
1912	36,96	8,55	28,41	19,29	4,47	14,82	1:3,31	23,1					
<i>Тамже вода черезъ недѣлю 18 Июня 1887 года.</i>													
1350	26,18	5,34	20,84	19,39	3,95	15,34	1:3,9	20,3	0,37	14,2	0	0	65,63
1332	25,55	4,71	20,84	19,18	3,53	15,65	1:4,43	18,4					

(Средняя температура, при которой стояла вода 16,1° С.).

(Средняя температура, при которой стояла вода 18,8° С.).

## III. СТОПЕЧНАЯ ВОДА.

11. Вода из пруда Лазенковского парка, взята по срединѣ его на глубинѣ полуметра 6 Июня 1887 года 9 часовъ утра. Температура воздуха 18,5° С.; воды 16° С.; атмосферное давленіе 751 мм; парціальное давленіе кислорода 157,7 мм; коэффициентъ растворимости его 0,02949; нормальное содержаніе кислорода въ литрѣ воды 5,78 к. с. Вода ясно щелочной реакціи, желтоватого цвѣта, мутноватая.

	Объемы въ кубическихъ сантиметрахъ						Вѣсъ въ граммахъ					
	Изъ этого		На 1000 воды		Изъ этого		На 100000					
	Кислорода (0° 760 мм)	Азота (0° 760 мм)	Газовой смѣси (0° 760 мм)	Кислорода (0° 760 мм)	Азота (0° 760 мм)	Отношеніе кислоро- да къ азоту	На 100 объемовъ га- зовой смѣси кисло- рода	Кисл. отданнаго хамелеономъ для окисл. орг. вѣщ.	Свободной и по- лусвободной угольной кислоты	Амміяка	Азотистой кисло- ты	Сумма азотной и азотистой ки- слотъ въ видѣ N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1992	37,44	11,66	25,78	18,79	5,85	12,94	1:2,21	31,1	0,413	11,5	0	0
1980	36,4	11,25	25,15	18,38	5,68	12,70	1:2,23	30,9				
<i>Также вода черезъ недѣлю 13 Июня 1887 года.</i>												
(Средняя температура, при которой стояла вода 16,5° С.).												
1925	29,93	4,92	25,01	15,54	2,55	12,99	1:5,09	16,4	0,32	11,96	0	
1897	28,28	4,86	23,42	14,9	2,56	11,34	1:4,82	17,1				
<i>Также вода черезъ двѣ недѣли 20 Июня 1887 года.</i>												
(Средняя температура, при которой стояла вода 20,4° С.).												
1881	26,26	1,78	24,48	13,96	0,94	13,02	1:13,85	6,7	0,28	12,1	0	
1790	22,68	1,07	21,61	12,67	0,59	12,08	1:21,47	4,6				

12. Вода пруда Лавенковского парка, взятая по срединѣ его на глубинѣ полуметра. 15 Июня 1887 года 8½ часовъ утра. Температура воздуха 14° С.; воды 17° С.; атмосферное давление 754mm; парціальное давление кислорода 158,4mm; коэффициентъ растворимости его 0,02914; нормальное содержание кислорода въ литрѣ воды = 5,71. Вода ясно щелочной реакціи, желтоватая, мутноватая.

Количество воды	Объемы въ кубическихъ сантиметрахъ						Вѣсь въ граммахъ				
	Изъ этого			На 1000 воды			На 100000				
	Кислорода (0° 760 mm)	Азота (0° 760 mm)	Газовой смѣси (0° 760 mm)	Кислорода (0° 760 mm)	Изъ этого	Азота (0° 760 mm)	Кисл. отданнаго хемическомъ для окисл. орг. вещ.	Свободной и по- лученной углеродной кислоты	Аммиакъ	Азотистой кисло- ты	Сумма азотной и азотистой ки- слотъ въ видѣ N₂ O₅
1992	37,38	11,79	25,59	18,76	5,91	12,85	0,35	11,0	0	0	0
1980	37,01	11,79	25,22	18,69	5,95	12,74					
<i>Тамъ же вода черезъ неделю 22 Июня 1887 года.</i>											
1914	29,67	4,76	24,91	15,5	2,48	13,02	0,29	11,4	0	0	0
1912	27,41	4,84	22,57	14,33	2,53	11,80					
<i>Тамъ же вода черезъ две недѣли 29 Июня 1887 года.</i>											
1925	25,11	1,41	23,70	13,04	0,73	12,31	0,24	11,9	0	0	0
1897	26,0	1,94	24,06	13,71	1,02	12,69					

(Средняя температура, при которой стояла вода 22,5° С.),

(Средняя температура, при которой стояла вода 20,7° С.).

13. Вода пруда Лазенковского парка, взятая по срединѣ его на глубинѣ полуметра. 23 Июля 1887 года 9 часов утра. Температура воздуха 18,9° С.; воды 19,5° С.; Атмосферное давленіе 748,4 мм; парціальное давленіе кислорода 157,2 мм; коэффициентъ растворимости его 0,02858; нормальное содержаніе кислорода въ литрѣ воды = 5,51 к. с. Вода ясно щелочной реакціи, желтоватая, мутноватая.

	Объемы въ кубическихъ сантиметрахъ						В ѣ с ь в ѣ г р а м м а х ѣ						
	Изъ этого		На 1000 воды		Отношеніе кислорода къ азоту		Н а 1000000						
	Кислорода (0° 760 мм)	А з о т а (0° 760 мм)	Газовой смѣси (0° 760 мм)	Кислорода (0° 760 мм)							А з о т а (0° 760 мм)	Кисл. отданнаго хамелеономъ для окисл. орг. вѣщ.	Свободной и полусвободной угольной кислоты
1992	35,92	10,42	25,50	18,03	5,23	12,80	1:2,44	29	0,38	10,8	0	0	0
1980	35,74	10,33	25,41	18,05	5,21	12,84	1:2,46	28	0,38	10,8	0	0	0
<i>Также вода черезъ неделю 30 Июня 1887 года.</i>													
1914	30,68	5,2	25,48	16,02	2,71	13,31	1:4,91	16,9	0,21	11,9	0	0	0
1912	30,15	4,76	25,39	15,76	2,48	13,28	1:5,35	15,7	0,21	11,9	0	0	0
<i>Также вода черезъ девъ недель 7 Июля 1887 года.</i>													
(Средняя температура, при которой стояла вода 20,5° С.).													
(Средняя температура, при которой стояла вода 22,6° С.).													
1925	24,54	0,79	23,75	12,74	0,41	12,33	1:30,07	3,2	0,13	12,5	0	0	0
1897	24,27	0,69	23,58	12,79	0,36	12,43	1:34,52	2,8	0,13	12,5	0	0	0

Обращаясь къ разсмотрѣнію данныхъ, приведенныхъ въ таблицахъ, прежде всего замѣтимъ, что въ самой существенной части анализа, въ опредѣленіи свободного кислорода, избранный нами методъ, по видимому, долженъ заслуживать довѣрія. Это доказывается большимъ сходствомъ, часто тождествомъ, контрольныхъ анализовъ и близостью полученныхъ величинъ къ теоретическимъ для всѣхъ открытыхъ водныхъ скопленій (NN. таблицъ I—V; XI—XIII).

Самую же оцѣнку полученныхъ данныхъ необходимо, по существу, раздѣлить на двѣ части: 1) по отношенію къ водѣ рѣчной и прудовой, и 2) по отношенію къ водѣ колодезной.

Общіе выводы для всѣхъ видовъ изслѣдованной воды заключаются лишь въ слѣдующемъ:

1. Сохраненіе воды въ закупоренныхъ сосудахъ, при комнатныхъ условіяхъ теплоты и освѣщенія, влечетъ за собою постепенные и довольно медленные окислительные процессы, которые выражаются во всѣхъ случаяхъ безъ исключенія:

а) уменьшеніемъ количества свободного раствореннаго кислорода,

б) уменьшеніемъ содержанія т. н. легкоокисляющихся органическихъ веществъ,

в) увеличеніемъ содержанія свободной и полусвободной угольной кислоты и

г) въ большей части случаевъ увеличеніемъ содержанія азотной кислоты.

2. Этотъ процессъ внутренняго окисленія въ водѣ, находящейся въ закупоренныхъ, стеклянныхъ, прозрачныхъ сосудахъ, по видимому, рѣдко лишь заканчивается, при указанныхъ условіяхъ, въ теченіи 2-хъ недѣль.

3. Содержаніе азота въ закупоренной водѣ не измѣняется.

4. Перенесеніе полученныхъ результатовъ на естественные процессы внутренняго окисленія въ источникахъ водоснабженія, конечно, не позволительно; но замѣчаемая ихъ медленность скорѣе заставляетъ думать, что разсчитывать на нихъ, въ смыслѣ очищенія загрязненныхъ водъ, можно лишь съ крайней сдержанностью.

Какъ уже сказано, и какъ ясно съ перваго взгляда на приведенныя выше таблицы, вода рѣчная и прудовая съ одной

стороны и колодезная съ другой, представляютъ между собою существенныя различія по своимъ свойствамъ и потому мы рассмотримъ результаты ихъ изслѣдованія отдѣльно.

#### А. ВОДА РѢКИ ВИСЛЫ И ЛАЗЕНКОВСКАО ПРУДА.

Вода этихъ двухъ источниковъ, въ предѣлахъ произведенныхъ изслѣдованій, представляетъ много общаго; въ отношеніи содержанія и убыли кислорода онѣ представляются почти тождественными; почти тоже самое въ отношеніи содержанія окисляемыхъ веществъ, которыхъ въ общемъ прудовая вода содержитъ нѣсколько больше. Значительно большее содержаніе въ прудовой водѣ свободной и полусвободной углекислоты, что, быть можетъ, должно быть отнесено на счетъ распадения растительныхъ остатковъ, болѣе энергичнаго, вѣроятно, въ прудовой водѣ. Характерное же различіе заключается въ отсутствіи въ прудовой водѣ опредѣлимыхъ количествъ соединеній азотной кислоты. Къ общей же характеристикѣ воды этихъ источниковъ должно отнести отсутствіе реакцій на амміакъ и азотистую кислоту.

Важнѣйшіе же результаты въ отношеніи главной нашей задачи, изученія процессовъ внутренняго окисленія въ этихъ источникахъ, всего удобнѣе могутъ быть выведены изъ слѣдующаго сопоставленія:



СВОДНАЯ ТАБЛИЦА N. 1.  
 Д Л И Р Ы Ч Е Н О Й И П Р У Д О В О Й В О Д Ы \*

N. N. изъядованій	Объемы въ куб. сант.		В ъ с ѣ в ѣ г р а м м а х ѣ									
	К и с л о р о д ѣ		Л е г к о к и с л . о р г . в е щ .		А н г и р и д ѣ а з о т . к и с л . (N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		У г о л ь н а я к и с л о т а					
	В ѣ с ѣ ж е й в о д ѣ 1 н е д ѣ л ю	Ч е р е з ѣ 2 н е д ѣ л ю	В ѣ с ѣ ж е й в о д ѣ 1 н е д ѣ л ю	Ч е р е з ѣ 2 н е д ѣ л ю	В ѣ с ѣ ж е й в о д ѣ 1 н е д ѣ л ю	Ч е р е з ѣ 2 н е д ѣ л ю	В ѣ с ѣ ж е й в о д ѣ 1 н е д ѣ л ю	Ч е р е з ѣ 2 н е д ѣ л ю	В ѣ с ѣ ж е й в о д ѣ 1 н е д ѣ л ю	Ч е р е з ѣ 2 н е д ѣ л ю	В ѣ с ѣ ж е й в о д ѣ 1 н е д ѣ л ю	Ч е р е з ѣ 2 н е д ѣ л ю
I	5,9 100	2,1 35,6	0,82 13,9	0,0022 59,4	0,0008 21,6	0,00098 100	0,00140 142,8	0,00180 186,3	0,039 100	0,041 105,1	0,048 123,0	
II	5,7 100	3,95 69,3	0,58 10,1	0,0023 54,7	0,0016 38,0	0,00074 100	0,00098 132,4	0,0013 166,6	0,046 100	0,052 113,0	0,058 126,0	
III	6,0 100	5,3 88,3	1,56 26,0	0,0019 67,8	0,0017 60,7	0,00099 100	0,00656 662,6	0,00908 917,1	0,0576 100	0,0588 102,0	0,0602 104,5	
IV	5,6 100	0,28 5,0	0,0 0,0	0,0018 69,2	0,0016 61,5	0,00053 100	0,00097 183	0,00100 188,6	0,0586 100	0,0710 121,1	0,0840 143,3	
V	5,9 100	4,89 82,8	4,09 69,3	0,0015 68,1	0,0011 50,0	0,00085 100	0,00160 188,2	0,00253 297,6	0,0362 100	0,0371 102,4	0,0396 109,3	
XI	5,76 100	2,5 43,4	0,76 13,1	0,0032 78,0	0,0028 68,2	0,0 0,0	с ѣ д ѣ л ы 0,0	с ѣ д ѣ л ы 0,0	0,115 100	0,1196 104,0	0,121 105,1	
XII	5,9 100	2,5 42,3	0,88 14,9	0,0029 82,8	0,0024 68,5	0,0 0,0	0,0 0,0	0,0 0,0	0,11 100	0,114 103,6	0,119 108,1	
XIII	5,2 100	2,6 50,0	0,39 7,5	0,0021 55,2	0,0013 34,2	0,0 0,0	0,0 0,0	0,0 0,0	0,108 100	0,119 110,1	0,125 115,7	
Сред.	5,74 100	3,01 52,4	1,13 19,6	0,0022 65,2	0,0017 50,4	0,000818 100	0,00275 334,9	0,00314 383,8	0,0712 100	0,0765 107,4	0,0813 114,1	

\*) В ѣ с ѣ в ѣ щ и н ы н а 1 л и т р ѣ в о д ы . Д л я к и с л о р о д а в ы в е д е н ы с р е д н и я и з ѣ д ы х ѣ .

Таблица эта даетъ возможность замѣтить нѣкоторыя небезынтересныя особенности въ изучаемыхъ процессахъ, которыя мы и приведемъ, не претендуя дать имъ настоящее объясненіе во всѣхъ случаяхъ:

1. Убыль кислорода въ закупоренной водѣ происходитъ не одинаково быстро даже въ водѣ одного и того же источника. Болѣе равномерная убыль въ прудовой водѣ, очевидно болѣе постоянной въ своихъ свойствахъ, чѣмъ вода такой значительной рѣки какъ Висла. Средняя послѣдовательность убыли (принимая первую величину за 100) въ NN° XI, XII и XIII весьма мало отличается отъ послѣдовательности въ каждомъ изъ этихъ опредѣленій. Въ среднемъ выводѣ изъ всѣхъ 8-и рядовъ убыль кислорода идетъ довольно постепенно въ теченіи всѣхъ 14-и дней и въ концѣ остается лишь около  $\frac{1}{5}$  части первоначальнаго количества кислорода. Убыль въ первую недѣлю идетъ гораздо быстрѣе и относится къ убыли во вторую какъ 1:0,68.

2. Наибольшая убыль раствореннаго кислорода, до полного его исчезновенія, найдена въ водѣ рѣки Вислы, взятой близъ берега и послѣ впаденія сточнаго канала. Замѣчательно, что въ той же водѣ содержаніе легко окисляемыхъ органическихъ веществъ не выше средняго и что, вмѣстѣ съ исчезновеніемъ кислорода, въ этой водѣ произошло особенно быстрое и значительное нарастаніе углекислоты. Далѣе замѣчательную и необъяснимую особенность представляетъ порція воды № V по крайне слабой и медленной убыли кислорода.

3. Убыль легкоокисляемыхъ органическихъ веществъ также идетъ постепенно и не до конца, но гораздо быстрѣе въ первую недѣлю чѣмъ во вторую (какъ 1:0,41). Убыль раствореннаго въ водѣ кислорода несравненно больше чѣмъ количество его, потребное для окисленія этихъ веществъ. Въ среднемъ выводѣ вѣсовая убыль кислорода на литръ воды равна:

$$\begin{aligned} & 5,74 \text{ к. с.} - 1,13 = 4,61 \text{ к. с.} \\ & 4,61 \times 0,0014298 \text{ *)} = 0,0064 \text{ грм.,} \end{aligned}$$

\*) Вѣсъ 1 к. с. кислорода при 0° и 760mm.

тогда какъ разность между количествомъ кислорода, потребнымъ на окисляемость означенныхъ веществъ въ свѣжей и въ стоявшей 2 недѣли, равняется въ среднемъ выводѣ:

$$0,0034 - 0,0017 = 0,0017 \text{ грм.},$$

т. е. почти въ 4 раза менѣе!

Очевидно, что окисленіемъ этихъ именно веществъ не объясняется убыль кислорода.

4. Наростаніе азотной кислоты въ рѣчной водѣ идетъ довольно сходно. Въ общемъ оно рѣзко преобладаетъ въ первую недѣлю и довольно слабо во вторую, относясь какъ 1:0,2. Рѣзкія особенности оно представляетъ въ двухъ случаяхъ: въ № III (вода водопроводнаго крана) поражаетъ величина наростанія соединеній азотной кислоты, а въ № IV, при полномъ потребленіи кислорода, весьма незначительное ихъ наростаніе. Въ послѣдней водѣ, какъ мы видѣли, исключительно возрастаетъ содержаніе углекислоты.

5). Наростаніе угольной кислоты, за указаннымъ исключеніемъ, идетъ довольно сходно во всѣхъ образцахъ воды и вообще не велико, особенно же по сравненію съ убылью кислорода и съ приростомъ азотной кислоты. Замѣтное отличіе заключается еще въ томъ, что количество углекислоты возрастаетъ почти совершенно равномерно въ первую и вторую недѣли. Въ среднемъ выводѣ приростъ ея въ первую недѣлю и во вторую относятся какъ 1:1,02, такъ что графически должны представлять прямую линію.

6. При одновременномъ разсмотриваніи убыли кислорода съ одной стороны и, съ другой стороны, прироста азотнаго ангидрида и углекислоты, невольно возникаетъ мысль, нельзя ли количественную убыль кислорода сравнить съ прибылью его въ видѣ образовавшихся вновь соединеній т. е. углекислоты и ангидрида азотной кислоты.

Слѣдующая таблица показываетъ это соотношеніе для свѣжей и стоявшей 2 недѣли рѣчной и прудовой воды.



На литръ воды.

Вѣсъ въ граммахъ.

№ изслѣ- дованій	Убыль раство- ренного кисло- рода	Прибыль кислорода въ соединеніяхъ		
		N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CO <sub>2</sub>	Общая
I	0,007263	0,000600	0,0065	0,0071
II	0,007320	0,000414	0,0087	0,009114
III	0,006348	0,00600	0,0018	0,0078
IV	0,008006	0,000340	0,0184	0,01874
V	0,002587	0,001240	0,0026	0,00384
Среднее	0,006304	0,001718	0,0076	0,009318
XI	0,007149	—	0,0043	0,0043
XII	0,007177	—	0,0065	0,0065
XIII	0,006877	—	0,0123	0,0123
Среднее	0,007067	—	0,0077	0,0077

Въ частныхъ случаяхъ такое предположеніе, повидимому, находитъ себѣ дѣйствительное оправданіе, при сравненіи конечныхъ результатовъ за двѣ недѣли. Возьмемъ опредѣленіе № V.

*Убыль* раствореннаго кислорода за 2 недѣли равна:

$$5,9 - 4,09 = 1,81 \text{ к. с. на литръ воды}$$

$$1,81 \times 0,0014298 = 0,002587 \text{ грм.}$$

*Прибыль* кислорода въ видѣ углекислоты равна:

$$0,0396 - 0,0362 = 0,0034 \text{ грм.,}$$

а такъ какъ частица CO<sub>2</sub> содержитъ кислорода  $\frac{32}{44}$ , то въ названномъ вѣсовомъ количествѣ ея кислорода содержится:

$$0,0034 \times \frac{32}{44} = 0,0026 \text{ грм.}$$

Такимъ же образомъ находимъ, что приростъ N<sub>2</sub> O<sub>5</sub>, равный  $0,00168 \times \frac{80}{108} = 0,00124$ . Складывая двѣ послѣднія величины находимъ:

Общая *убыль* кислорода . . . . . 0,002587 грм.

Общая *прибыль* его въ соединеніяхъ . . . . . 0,003840 грм.,

числа довольно близкія.

Еще ближе соотношеніе между убылью кислорода въ трехъ порціяхъ прудовой воды (NN° XI, XII, XIII) и прибылью его въ нихъ же въ видѣ прироста углекислоты (N<sub>2</sub> O<sub>5</sub>

нѣтъ). Взявъ эти данныя по среднимъ арифметическимъ величинамъ получимъ:

Общая *убыль* . . . . . 0,007067 грм.

Общая *прибыль*. . . . . 0,00770 „

До извѣстной степени это есть, конечно, случайное совпаденіе цифръ; но одно несомнѣнно, что въ образовавшихся вновь окончательныхъ продуктахъ окисленія ( $\text{CO}_2$  и  $\text{N}_2\text{O}_5$ ) заключается весь потребленный кислородъ и чаще его не достаетъ. Это видно особенно ясно изъ сопоставленія среднихъ выводовъ относительно рѣчной воды (N° I—V), гдѣ находимъ:

Общая средняя *убыль* раствореннаго кислорода въ теченіи 2 недѣль . . . . . 0,006304 грм.

Общая средняя *прибыль* въ соединеніяхъ 0,009318 „

При погрѣшности употребленныхъ методовъ можно думать, что эти числа или должны выражать тождество или указываютъ, что часть кислорода въ соединеніяхъ берется изъ другихъ источниковъ, помимо раствореннаго газа.

7. Существенное различіе въ процессѣ внутренняго окисленія рѣчной и прудовой воды, какъ видно изъ таблицы, заключается въ томъ, что въ прудовой водѣ, при стояніи, не образуется опредѣлимыхъ количествъ соединеній азотной кислоты. Причина этого различія можетъ стоять въ связи съ природой и свойствами загрязняющихъ веществъ, съ характеромъ распада органическихъ веществъ воды пруда и рѣки и съ большею или меньшею подвижностью воды. Рѣшеніе этого вопроса требуетъ, конечно, новой опытной разработки.

## Б. КОЛОДЕЗНАЯ ВОДА.

Сопоставляя такимъ же образомъ данныя объ изслѣдованіи колодезной воды пяти различныхъ колодцевъ, получимъ слѣдующія данныя:

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА N. 2.  
ИСОДОУЭИЕИВОДА,  
(на литр воды).

Объемы в куб. сант.

В е т ь

В т ь

Г р а м м а х т ь

СО<sub>2</sub>

N. N. нарядно-взвешив	К и с л о р о д ь		Д е ж к о о к и с л . о р г . в е щ .		В ь с ь-ж е й в о д ь	Ч е р е з ь 1 н е д е л ю	Ч е р е з ь 2 н е д е л я	В ь с ь-ж е й в о д ь	Ч е р е з ь 1 н е д е л ю	Ч е р е з ь 2 н е д е л я	В ь с ь-ж е й в о д ь	Ч е р е з ь 1 н е д е л ю	Ч е р е з ь 2 н е д е л я	В ь с ь-ж е й в о д ь	Ч е р е з ь 1 н е д е л ю	Ч е р е з ь 2 н е д е л я
	В ь с ь-ж е й в о д ь	Ч е р е з ь 1 н е д е л ю	Ч е р е з ь 2 н е д е л я	В ь с ь-ж е й в о д ь												
VI	2,39	1,33	0,61	0,0081	0,0076	93,8	0,0077	93,8	0,150	0,152	0,160	101,3	106,6	0,136	0,138	0,152
	100	55,4	25,5	100	0,0076	93,8	0,0077	93,8	100	101,3	106,6	101,3	106,6	100	101,4	111,7
VII	2,18	1,25	1,05	0,0024	0,0020	83,3	0,0018	75,0	0,043	0,046	0,047	106,9	109,3	0,144	0,148	0,164
	100	57,3	48,1	100	0,0020	83,3	0,0018	75,0	100	106,9	109,3	106,9	109,3	100	102,7	113,8
VIII	2,16	1,60	0,93	0,0050	0,0048	96,0	0,0014	28,0	0,223	0,227	0,231	101,7	103,5	0,139	0,145	0,330
	100	74	42,6	100	0,0048	96,0	0,0014	28,0	100	101,7	103,5	101,7	103,5	100	104,3	237,4
IX	2,20	2,00	1,46	0,0004	0,0003	75,0	0,0003	75,0	0,0020	0,0021	0,0023	105	115	0,149	0,155	0,160
	100	90,9	66,3	100	0,0003	75,0	0,0003	75,0	100	105	115	105	115	100	104,0	107,3
X	5,71	4,54	3,69	0,0044	0,0039	88,6	0,0037	84,0	0,631	0,651	0,656	103,1	103,9	0,127	0,137	0,142
	100	79,5	64,6	100	0,0039	88,6	0,0037	84,0	100	103,1	103,9	103,1	103,9	100	107,8	111,8
Сред.	2,92	2,14	1,55	0,0041	0,0037	90,2	0,0030	73,1	0,209	0,215	0,22	102,8	105,2	0,139	0,144	0,19
	100	73,2	53,0	100	0,0037	90,2	0,0030	73,1	100	102,8	105,2	102,8	105,2	100	103,6	136,6

Воды этихъ колодцевъ сохраняютъ все основныя признаки колодезной воды и при томъ мало загрязненной во время изслѣдованія, кромѣ № VI, что и выражается сравнительно малымъ содержаніемъ легко окисляемыхъ веществъ и отсутствіемъ реакцій на амміакъ и азотистую кислоту. Особенности ея въ смыслѣ изучаемаго нами вопроса, кромѣ общихъ съ указанными выше явленіями, выражаются въ слѣдующемъ:

1. Абсолютное количество раствореннаго кислорода въ одномъ литрѣ воды, за единственнымъ исключеніемъ, едва достигаетъ половины того количества, которое найдено нами въ прудовой и рѣчной водѣ, не смотря на значительно низшую температуру этойъ воды въ ея источникѣ. Обстоятельство это съ большей вѣроятностью объясняется инымъ составомъ почвеннаго воздуха, газы котораго растворяются почвенною водою, питающей колодцы. По изслѣдованіямъ *Буссенго*, *Флека* и *Фодора* \*), воздухъ глубокихъ слоевъ почвы теряетъ значительное количество кислорода, приобрѣтая взамѣнъ соотвѣтственно большое количество углекислоты. Такъ какъ числовыя данныя весьма измѣнчивы, то, не производя изслѣдованій почвеннаго воздуха, вблизи соотвѣтственныхъ колодцевъ, мы можемъ только гадательно предположить, что парціальное давленіе въ немъ кислорода падаетъ значительно ниже противъ свободной атмосферы.

2. По убыли кислорода и прибыли азотной кислоты можно сказать, что процессъ внутренняго окисленія въ колодезной водѣ идетъ гораздо медленнѣе и слабѣе чѣмъ въ водѣ открытыхъ водяныхъ скопленій, хотя и замѣчается довольно значительный перевѣсъ на сторонѣ прибывшаго въ соединеніяхъ кислорода, особенно въ формѣ угольной кислоты.

Сопоставленіе убыли свободного кислорода и прибыли его въ соединеніяхъ даетъ слѣдующія отношенія:

---

\*) *Эрисманъ*. Курсъ Гигіены 1887 Томъ I стр. 323 и слѣд.

На 1 литръ воды. Вѣсъ въ граммахъ.

№ исслѣ- дованій	Убыль раство- ренного кисло- рода за 2 не- дѣли	Прибыль его въ соединеніяхъ		
		$N_2 O_5$	$CO_2$	Общая
VI	0,002546	0,00071	0,0113	0,01201
VII	0,001615	0,00230	0,0145	0,0168
VIII	0,001758	0,00582	0,1380	0,14382
IX	0,001058	0,00019	0,0080	0,00819
X	0,002816	0,0185	0,0110	0,0295
Среднее	0,001858	0,0055	0,0365	0,0424

Въ заключеніе этого отдѣла можно поставить вопросъ, какую практическую пользу можно извлечь изъ опредѣленія содержанія въ водѣ кислорода и быстроты процессовъ внутренняго окисленія, для оцѣнки доброкачественности любой данной воды? По малочисленности анализовъ и взятыхъ пробъ для изслѣдованія, мы не можемъ, конечно, взяться за всестороннее разрѣшеніе этого вопроса, но полагаемъ однакоже возможнымъ высказать нѣсколько предположеній:

1. Содержаніе въ водѣ кислорода значительно меньше теоретическаго, отвѣчающаго парціальному давленію этого газа въ атмосферѣ, должно съ вѣроятностью указывать на значительное загрязненіе ея разлагающимися органическими веществами.

2. Быстрота убыли раствореннаго кислорода въ замкнутой порціи воды есть хорошій указатель на энергію совершающихся въ водѣ окислительныхъ процессовъ.

3. Сравнительно значительная прибыль углекислоты безъ соотвѣтственной прибыли азотной, вѣроятно говорить не въ пользу достоинства воды (прудовая вода нашихъ изслѣдованій).

Этимъ я могъ бы и закончить свою работу, но совпавшее съ ходомъ ея открытіе въ Варшавѣ большихъ песочныхъ фильтровъ, возбудило большой интересъ примѣнить изложенные приемы изслѣдованія и къ водѣ, проходящей черезъ фильтры. Произведя, по совѣту профессора *Капустина*, нѣсколько



ко такихъ изслѣдованій, привожу ниже полученные результаты, предпосылая имъ краткій обзоръ вопроса объ фильтраціи въ связи съ химическими измѣненіями въ водѣ.

Песочные фильтры, употребляемые для фильтраціи рѣчной воды дѣйствуютъ, какъ извѣстно, не только механически, но и химически.

Химическое вліяніе такихъ фильтровъ, подтвержденное многочисленными изслѣдованіями, обнаруживается уменьшеніемъ количества растворенныхъ органическихъ веществъ въ водѣ профильтрованной въ сравненіи съ количествомъ ихъ въ водѣ нефилтрованной, и нарастаніемъ продуктовъ окисленія органическихъ веществъ, какъ то: азотной и угольной кислотъ.

Окисленіе это совершается, по нѣкоторымъ авторамъ (проф. *Мюллеръ* \*) при помощи кислорода воздуха, съ которымъ фильтрующаяся вода приходитъ въ соприкосновеніе въ порахъ фильтра, безъ участія кислорода, раствореннаго въ водѣ. По мнѣнію же другихъ (*Д-ръ Шидловскій* \*\*) вліяніе застрявшаго въ порахъ фильтра воздуха (во время спусканія воды съ фильтра для очистки его) на окислительные процессы фильтрующейся воды, можно допустить только на первыя порціи проходящей черезъ фильтръ воды и авторъ этотъ утверждаетъ, что доступъ воздуха въ поры фильтра не есть необходимое условіе для химическаго измѣненія веществъ, входящихъ въ составъ фильтрующейся воды и что, слѣдовательно, измѣненіе это совершается на счетъ раствореннаго въ водѣ кислорода.

Желая узнать, какъ относится растворенный въ водѣ кислородъ къ сказаннымъ процессамъ, именно принимаетъ ли онъ участіе и, если принимаетъ, то въ какихъ размѣрахъ, я произвелъ нѣсколько опредѣленій количествъ этого газа въ висляной водѣ, взятой на мѣстѣ вхожденія ея въ сосущія водопроводныя трубы, въ водѣ отстойнаго бассейна, въ водѣ стоящей надъ фильтромъ, профильтрованной и водопроводныхъ крановъ.

\*) *Шидловскій*. Назв. соч. стр. 107, 108.

\*\*\*) Тамже стр. 128.

Набирание воды изъ всѣхъ этихъ мѣстъ я производилъ по возможности быстро, т. е. непосредственно одну за другой въ указанномъ порядкѣ, во время прохожденія ея по водопроводной сѣти. Сперва я набиралъ воду рѣки Вислы на мѣстѣ вхожденія ея въ сосущія водопроводныя трубы; непосредственно за этимъ я отправлялся на станцію фильтровъ на Кошикахъ, гдѣ набиралъ воду, находящуюся въ отстойномъ бассейнѣ, надъ фильтромъ и профильтрованную; послѣ всего я набиралъ порціи воды изъ водопроводнаго крана гигиенической лабораторіи, спустивши предварительно стоявшую въ трубѣ воду. Для набирания воды изъ крана я надѣвалъ на него каучуковую трубку, спускающуюся до дна колбы, и заставлялъ вытекать воду слабой струей.

Вслѣдствіе значительныхъ разстояній между станціей насосовъ, станціей фильтровъ и гигиенической лабораторіей, переѣзды и набирание воды продолжались обыкновенно три часа времени.

Здѣсь не могу не выразить благодарности г. г. Инженерамъ, завѣдующимъ станціями: насосовъ и фильтровъ за ихъ любезное содѣйствіе и помощь при набирании воды, и особенно завѣдующему станціей насосовъ г. Словицкому за его всегдашнюю готовность пожертвовать своимъ временемъ при набирании воды Вислы, всегда на одномъ и томъ же мѣстѣ, чего бы я не могъ исполнить безъ его помощи.

Устройство варшавскихъ фильтровъ слѣдующее: На днѣ фильтровальнаго бассейна расположенъ слой булыжника толщиной въ 0,608 метра, при чемъ въ нижней части расположенъ булыжникъ болѣе крупный (въ человѣческую голову), сверху болѣе мелкій (въ кулакъ); на слой булыжника находится слой гравія, толщиной въ 0,304 метра; слой этотъ раздѣляется на двѣ половины: нижнюю съ болѣе крупнымъ гравіемъ, и верхнюю съ болѣе мелкимъ. Третій и послѣдній слой фильтра—это слой мелкаго песка, толщиной въ 0,608 метра. Толщина всѣхъ слоевъ фильтра=1,52 метра. Съ пескомъ фильтрующаяся вода приходитъ въ непосредственное соприкосновеніе; послѣ наполненія фильтра водою, воздухъ, находящійся въ порахъ его, вытѣсняется совершенно.

Вода Вислы изъ станціи насосовъ пересылается на станцію фильтровъ помощью паровыхъ насосовъ; станція насосовъ

отъ станціи фильтровъ находится на разстояніи 1500 саженой; свѣжая рѣчная вода не попадаетъ прямо на фильтръ, а предварительно отстаивается въ отстойныхъ бассейнахъ; отстаиваніе это весьма непродолжительно и продолжается столько времени, сколько нужно для тихаго протеканія воды по отстойному бассейну на разстояніи 70 метровъ.

Профильтрованная вода по отводнымъ трубамъ попадаетъ въ резервуары для чистой воды и оттуда распределяется по городу. Проведеніе чистой воды совершается, для частей города, расположенныхъ ниже станціи фильтровъ, прямо по водопроводнымъ трубамъ; для частей же города, расположенныхъ на одной высотѣ и выше станціи фильтровъ помощью „башни давленій,” въ которой вода подымается на высоту 36 метровъ и находится въ соприкосновеніи съ сгущеннымъ воздухомъ.

Я считаю не безъинтереснымъ привести нѣсколько анализовъ нефильтрованной и фильтрованной воды другихъ рѣкъ для сравненія съ ниже приведенными анализами рѣки Вислы, при чемъ привожу только данныя, касающіяся растворенныхъ органическихъ веществъ, кислорода, потребленнаго для ихъ окисленія, азотной кислоты и амміака.

### А.

Анализъ воды до и послѣ фильтраціи черезъ песокъ. *W. Hartensteinina* и *Reichardt'a*. \*)

На 1 миллионъ частей воды	До фильтраціи	Послѣ фильтраціи	До фильтраціи	Послѣ фильтраціи	До фильтраціи	Послѣ фильтраціи
1. Органическихъ веществъ .	51,2 41,6	33,7 27,2	44,8 41,6	34,9 30,4	44,2 41,3	25,6 28,8
2. Азотной кислоты .	1,70 1,68	1,73 1,68	1,70 1,72	1,69 1,74	1,71 1,75	1,77 1,75

\*) Таблицы А и Б приведены у Шидловскаго н. с. стр. 78, 79 и 80.

## Б.

Анализы воды рѣкъ *Темзы* и *Лу* до и послѣ фильтраціи, произведенные *Letheby*, *Odling'омъ* и *Abel'емъ*.

На 1 миллионъ частей воды найдено частей	Thames Companies		New River		East London	
	До фильтраціи	Послѣ фильтраціи	До фильтраціи	Послѣ фильтраціи	До фильтраціи	Послѣ фильтраціи
1. Растворенныхъ органическихъ веществъ органическаго или животнаго происхожденія.	18	13,9	10	8	13	4,28
2. Кислорода потребившагося для окисленія органическихъ веществъ.	2,08	19,1	1,64	0,98	1,28	1,35
3. Амміяка.	0,0428	0,0285	0,0142	0,0142	0,057	0,0428

Анализы *Летеби* свѣжей воды Темзы и профильтрованной дали слѣдующіе результаты:

	органическихъ веществъ. мириграммы въ литрѣ.
До фильтраціи	18,0 *)
Послѣ фильтраціи	13,9.

*Hilwa* приводитъ слѣдующія данныя относительно очищенія воды рѣки *Одера* фильтраціей черезъ песокъ:

\*) *Эрисманъ*. Курсъ Гигіены томъ I стр. 274, 275.

Фильтръ задерживаетъ: 26,2% легкоокисляющихся орг. вещ.  
33,6% амміака  
50,2% бѣлковиннаго амміака.

Систематическія изслѣдованія надъ очищающимъ дѣйствіемъ фильтровъ Берлина дали слѣдующіе результаты, обозначающіе миллиграммы въ литрѣ.

	Іюль 1884 года		Ноябрь 1884 года	
	Нефильтро- ванная вода	Фильтро- ванная	Нефильтро- ванная вода	Фильтро- ванная
Амміака . . . . .	0,015	слѣды	0,17	слѣды
Кислорода отданнаго хамелеономъ для окисленія орган. веществъ . . . . .	18,8	12,5	16,6	12,3

Д-ръ Шидловскій \*) приводитъ слѣдующіе результаты своихъ изслѣдованій надъ вліяніемъ фильтровъ Экспедиціи Заготовленія Государственныхъ Бумагъ на очищеніе Невской воды въ смыслѣ уменьшенія количества органическихъ веществъ въ профильтрованной водѣ.

Грамммы въ кубическомъ метрѣ.

Въ водѣ опредѣ- лены количе- ства	До филь- траціи	Послѣ фильтра- ціи	До филь- траціи	Послѣ фильтра- ціи	До филь- траціи	Послѣ фильтра- ціи
1. Кислорода отданнаго хаме- леономъ д л я окисленія орга- нич. вещ.	13,5 8,89 10,79	12,98 6,09 10,85	8,89 8,06 9,83	7,94 6,79 9,07; 9,36; 8,7; 7,96 (разные фильтры)	8,51 8,68 9,05 7,36	7,62 8,20 7,84; 8,54; 6,93; 7,82; 7,31; 6,93; 5,71; 5,37 (разные фильтры)
2. Азотной ки- слоты (сумма а- зотистой и азо- тной кислотъ въ видѣ N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ).	3,06 1,03 1,22	4,20 2,64 2,00	2,15 1,29 1,33	3,01 3,28 3,14	1,54 0,98 —	2,74 1,96 —
3. Амміака.	1,41 3,09 2,17	0,41 0,63 2,10	1,31 1,44 2,14	0,74 0,40 1,28	1,02 1,14 1,90	0,36 0,85 1,13; 0,22; 1,38

Привожу теперь результаты своихъ изслѣдованій:

\*) Шидловскій. Назв. соч стр. 118 и слѣд.

14. *Вода фильтровъ всхлещенныхъ городскихъ водопроводовъ. 21 Марта 1887 года.*

1) Вода рѣки Вислы, вьятая на мѣсть выхожденія изъ трубы въ отстойный бассейнъ.

Температура воздуха 3,2° С; воды 4,5° С; атмосферное давленіе 743; парціальное давленіе кислорода 156мм; коэффициентъ растворимости его 0,03717; нормальное содержаніе кислорода въ литрѣ воды 8,026.

	Объемы въ кубическихъ сантиметрахъ				Въ сѣть въ граммахъ									
	Изъ этого		На 1000 воды		На 100000									
Количество воды														
Количество газовой смѣси (0° 760 мм)														
Кислорода (0° 760 мм)														
Азота (0° 760 мм)														
Газовой смѣси (0° 760 мм)														
Кислорода (0° 760 мм)														
Азота (0° 760 мм)														
Отношеніе кислорода къ азоту														
На 100 объемовъ газовой смѣси кислорода														
Кисл. отданнаго хамелеономъ для окисл. орг. вещ.														
Свободной и полусвободной угольной кислоты														
Амміяка														
Азотистой кислоты														
Сумма азотной и азотистой кислотъ въ видѣ N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>														
1897	46,5	14,7	31,8	24,51	7,8	16,71	1:2,14	31,8	0,39	опредѣлено небыло	0	0	0,0176	
1850	32,6	10,2	22,4	24,14	7,57	16,57	1:2,18	31,3	0,39	опредѣлено небыло	0	0	0,0176	
2) Вода профильтрованная, вьятая на мѣсть выхожденія изъ трубы, отводящей фильтрованную воду.														
Давленіе, подъ которой совершается фильтрація 17 сантиметровъ водяного столба.														
Температура воды 3,5° С.														
1790	43,6	11,9	31,7	24,3	6,6	17,7	1:2,68	27,1	0,23	опредѣлено небыло	0	0	0,189	
1987	47,68	13,39	33,29	24,1	6,76	17,34	1:2,56	28,0	0,23	опредѣлено небыло	0	0	0,189	

15. 1) Вода рѣки Вислы, взятая на мѣстѣ расположенія осушкихъ водопроводныхъ трубъ, на глубинѣ полуметра. (Станція Насосовъ водопроводовъ города Варшавы на Черняковской улицѣ). 2 *Апреля 1887 года*  $1\frac{1}{2}$  часовъ утра. Температура воздуха  $11,2^{\circ}$  С.; воды  $10,5^{\circ}$  С.; атмосферное давление  $74,4$  мм; парціальное давление кислорода  $156,3$  мм; коэффициентъ растворимости его  $0,0325$ ; нормальное содержаніе кислорода въ литрѣ воды  $6,43$  к. с. Вода сильно мутная.

Количество воды	Объемы въ кубическихъ сантиметрахъ						Отношеніе кислорода да къ азоту	На 100 объемовъ газовой смеси кислорода	Кисл. отънапато окисл. орг. вещ.	Въ сѣ в ѣ г р а м м а х ѣ			
	Изъ этого		На 1000 воды		Изъ этого					Свободной и по-дугеободной углѣной кислоты	А м м ѳ и я	Азотистой кисл.-ты	Сумма азотной и азотистой ки-слотъ въ видѣ № 0 <sub>2</sub>
	Кислорода (0° 760 mm)	Азота (0° 760 mm)	Газовой смеси (0° 760 mm)	Изъ этого (0° 760 mm)	Кислорода (0° 760 mm)	Азота (0° 760 mm)							
1790	40,21	12,6	27,61	22,09	7,17	14,92	1:2,2	32,4	0,37	4,02	0	0	0,045
1758	38,85	12,34	26,51	22,49	6,89	15,60	1:2,13	30,6					
2. Вода Станціи Фильтровъ городскихъ водопроводовъ на улицѣ Кошки.													
a) Отстойнаго бассейна. Температура воздуха $16,0^{\circ}$ С.; воды $10^{\circ}$ С.; Вода сильно мутная.													
1992	43,78	14,1	29,68	21,48	7,07	14,41	1:2,03	32,9	0,36	3,88	0	0	0,043
b) Вода надъ фильтромъ. Высота водяного столба надъ фильтромъ 65 сант.													
Температура воды $9,5^{\circ}$ С.													
1350	30,58	9,53	21,05	22,65	7,05	15,60	1:2,21	31,1					
1332	30,29	8,83	21,46	22,74	6,62	16,12	1:2,43	29,1	0,369	3,75	0	0	0,0398

продолженіе на слѣдующей страницѣ.

	Объемы въ кубическихъ сантиметрахъ						Въ сѣть въ граммахъ									
	Количество воды			Количество газовой смѣси (0° 760 мм)			Отношеніе кислорода да къ азоту			На 100 объемовъ газовой смѣси кислорода			Н а 100000 в о д ы			
	Н ы з ь э т о г о		Н а 1000 в о д ы	Н ы з ь э т о г о		Н а 1000 в о д ы	Кислорода (0° 760 мм)		А з о т а (0° 760 мм)		Свободной и полусвободной угольной кислоты	А м м і я к а		Азотистой кислоты		Сумма азотной и азотистой кислотъ въ видѣ N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	Кислорода (0° 760 мм)	А з о т а (0° 760 мм)		Газовой смѣси (0° 760 мм)	Кислорода (0° 760 мм)		А з о т а (0° 760 мм)	Кисл. отданнаго хамелеономъ для окисл. орг. вѣщ.	А м м і я к а	Азотистой кислоты						
1897	38,25	9,43	28,82	20,16	4,97	15,19	1:3,05	24,6	0,28	3,78	0	0	0,10123			
<p>е) Фильтрованная вода, взятая на мѣстѣ выхожденія ея изъ отводной трубы.  Давленіе, подъ которымъ совершалась фильтраціи = 22 сант. Температура воды 9° С.;  вода совершенно прозрачная и безцвѣтная.</p>																
<p>з) Вода водопроводнаго крана (Гигіенической Лабораторіи). Температура воды 6,7° С.;  вода прозрачная и безцвѣтная.</p>																
1927	41,92	11,16	30,76	21,75	5,19	16,56	1:3,19	23,8	0,28	3,74	0	0	0,106			
1925	41,65	11,0	30,65	21,63	5,79	15,84	1:2,73	26,7	0,28	3,74	0	0	0,106			



16. 1) Вода рѣки Вислы, взятая на мѣстѣ расположенія осушихъ трубъ городскихъ водопроводовъ, на глубинѣ полуметра.  
 (Станція насосовъ водопроводовъ г. Варшавы на Черняковской улицѣ). 13 Апрѣля 1887 г. 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub> часовъ утра.  
 Температура воздуха 17,2° С.; воды 13° С.; атмосферное давленіе 748мм; парціальное давленіе кислорода 157,1мм; коэффициентъ растворимости его 0,03082; нормальное содержаніе кислорода въ литрѣ воды 6,08 к. с. Вода умѣренно мутная.

Количество воды	Объемы въ кубическихъ сантиметрахъ						Въ сѣ въ грамммахъ						
	Изъ этого		На 1000 воды		Изъ этого		Кисл. отъаппанато окисл. орг. вѣщ.	Свободной и поуглеводной углеродной кислоты	Аммиакъ	Азотистой кислоты	Сумма азотной и азотистой кислоты въ видѣ N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
	Кислорода (0° 760 мм)	Газовой смѣси (0° 760 мм)	Кислорода (0° 760 мм)	Газовой смѣси (0° 760 мм)	Азота (0° 760 мм)	Отношеніе кислорода къ азоту						На 100 объемовъ газовой смѣси кислорода	
1790	37,89	12,41	25,48	21,11	6,93	14,18	1:2,04	32,8	0,26	5,63	0	0	0,017
Вторая колба съ водою ложнула.													
2) Вода Станціи фильтровъ.													
а) Отстойнаго бассейна. Температура воды 12° С. Вода мутная.													
1992	40,03	13,34	26,69	20,09	6,7	13,39	1:1,99	33,3	0,21	5,61	0	0	0,014
Вторая колба съ водою ложнула.													
б) Вода надъ фильтромъ. Высота водянаго столба надъ фильтромъ 60 сант. Температура воды 10,1° С.													
1350	29,46	9,58	19,88	21,8	7,09	14,71	1:2,07	32,5	0,206	5,71	0	0	0,016
1332	29,66	9,41	20,25	22,26	7,06	15,20	1:2,15	31,7	0,206	5,71	0	0	0,016

Продолженіе на слѣдующей страницѣ.

Объемы, въ кубическихъ сантиметрахъ										Въ ось въ граммахъ			
Количество воды	Количество газовой смѣси (0° 760 мм)	Изъ этого		На 1000 воды		Отношеніе кислорода къ азоту	На 100 объемовъ газовой смѣси кислорода	Кисл. отданнаго хамелесономъ для окисл. орг. вѣщ.	Свободной и полусвободной угольной кислоты	Амміяка	Азотистой кислоты	Сумма азотной и азотистой кислоты въ видѣ N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
		Кислорода (0° 760 мм)	Азота (0° 760 мм)	Газовой смѣси (0° 760 мм)	Изъ этого								
1897	37,82	10,29	27,53	19,98	5,42	14,56	1:2,68	27,1	0,13	6,56	0	0,102	
1881	37,99	10,38	27,61	20,19	5,51	14,68	1:2,66	27,2					
<p>е) Вода профильтрованная, взятая на мѣсть выходящія ея изъ трубъ, отводящей профильтрованную воду. Давленіе, подъ которымъ совершалась фильтрація 13 сант.; температура воды 9° С. Вода совершенно прозрачная и безвѣтная.</p>													
<p>е) Вода водопроводнаго крана (Гигіенической Лабораторіи). Температура воды 7,5° С. Вода совершенно прозрачная и безвѣтная.</p>													
1925	39,83	11,13	28,70	20,69	5,78	14,91	1:2,57	27,9	0,147	6,48	0	0:115	
1914	40,37	11,12	29,15	21,09	5,86	15,23	1:2,6	27,7					

17. 1. Вода рѣки Вислы, взятая на мѣстѣ сосущихъ водопроводныхъ трубъ, на глубинѣ полуметра.  
(Станція Насосовъ на Черняковской улицѣ). 9 Июля 1887 года 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub> часовъ утра.

Температура воздуха 21° С.; воды 21° С.; атмосферное давление 755mm; парціальное давленіе кислорода 158,6mm; коэффициентъ растворимости его 0,02818 (приблизительно); нормальное содержаніе кислорода въ литрѣ воды 5,45 к. с. (приблизительно). Вода умѣренно мутная.

Количество воды	Объемы въ кубическихъ сантиметрахъ						Отношеніе кислорода къ азоту	На 100 объемовъ газовой смѣси кислорода	Кисл. отдѣляемо для окисл. орг. вѣщ.	Свободной и поглощенной углеродной кислоты	Аммиакъ	Азотистой кислоты	Сумма азотной и азотистой кислотъ въ видѣ N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	Изъ этого		На 1000 воды		Изъ этого								
	Кислорода (0° 760 mm)	Азота (0° 760 mm)	Газовой смѣси (0° 760 mm)	Азота (0° 760 mm)	Кислорода (0° 760 mm)	Азота (0° 760 mm)							
1992	34,91	9,87	24,04	17,52	4,95	12,57	1:2,53	28,2	0,27	6,02	0	0	0,09
1980	32,44	9,52	22,92	16,38	4,8	13,58	1:2,41	29,3					
2. Вода Станціи Фильтровъ.													
а) Отстойнаго бассейна. Температура воды 21,5° С. Вода мутноватая.													
1925	32,09	9,23	22,86	16,67	4,79	11,88	1:2,48	28,7	0,27	6,1	0	0	0,085
1897	30,29	8,6	21,69	15,69	4,53	11,46	1:2,52	28,3					
б) Вода надъ фильтромъ. Температура воды 23° С.; высота водяного столба надъ фильтромъ 58 сант. Вода мутноватая.													
1881	28,21	6,78	21,43	14,99	3,6	11,39	1:3,13	24,01	0,27	6,21	0	0	0,081
1790	26,97	6,34	20,63	15,02	3,37	11,65	1:3,45	22,4					

Продолженіе на слѣдующей страницѣ.

Объемы въ кубическихъ сантиметрахъ										Въ сѣть въ граммахъ									
Изъ этого		На 1000ъ воды			На 100000ъ воды														
Количество воды		Количество газовой смѣси (0° 760 мм)			Кислорода (0° 760 мм)		Азота (0° 760 мм)			Газовой смѣси (0° 760 мм)		Кислорода (0° 760 мм)		Азота (0° 760 мм)					
Отношеніе кислорода къ азоту										На 100ъ объемовъ газовой смѣси кислорода					Кисл. отданнаго хамелеономъ для окисл. орг. вещ.				
										Свободной и полусвободной угольной кислоты					Амміяка				
										Азотистой кислоты					Сумма азотной и азотистой кислотъ въ видѣ $N_2 O_5$				
<p>е) Вода фильтрованная. Температура воды 23° С.; давленіе, подъ которымъ совершалась фильтрація 18 сант.; Вода совершенно прозрачная и безпрѣятна.</p>																			
1914	28,38	4,75	23,63	14,82	2,48	12,34	1:4,97	16,7	0,18	7,3	0	0	0,142						
1912	27,74	4,12	23,62	14,52	2,15	12,37	1:5,75	14,8											
<p>з) Вода водопроводнаго крана (Лигнической Лабораторіи). Температура воды 18° С.; Вода совершенно прозрачная и безпрѣятна.</p>																			
1350	22,03	5,24	16,79	16,31	3,8	12,51	1:3,29	23,2	0,18	7,1	0	0	0,139						
1332	21,67	5,1	16,57	16,26	3,8	12,46	1:3,27	23,3											

Сопоставляя вмѣстѣ полученныя данныя и беря для сравненія только воду стоящую надъ фильтромъ и профильтрованную, получимъ слѣдующую таблицу:

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА N. 3.  
(Фильтрація воды).

N. N. изслѣдованій	Объемы въ куб. сан.		Вѣсъ въ граммахъ на одинъ литръ воды						
	Кислорода (00 760 mm)		Кислорода, отданнаго хеміономъ для окисленія орг. вѣщ.			N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		CO <sub>2</sub>	
	До фильтраціи	Послѣ фильтраціи	До фильтраціи	Послѣ фильтраціи	До фильтраціи	Послѣ фильтраціи	До фильтраціи	Послѣ фильтраціи	
XIV	7,68 100	6,68 86,9	0,0039 100	0,0023 58,9	0,0002 100	0,0019 950	—	—	
XV	6,83 100	4,97 72,7	0,0037 100	0,0028 75,6	0,0004 100	0,0010 250	0,037 100	0,038 102,7	
XVI	7,07 100	5,46 77,1	0,0021 100	0,0013 61,9	0,0002 100	0,0010 500	0,057 100	0,066 115,7	
XVII	3,48 100	2,31 66,3	0,0027 100	0,0018 64,5	0,0008 100	0,0014 175	0,062 100	0,073 117,7	
Среднее	6,26 100	4,85 77,4	0,0031 100	0,0020 64,5	0,0004 100	0,0013 325,0	0,057 100	0,059 115,6	

Результаты эти въ общемъ весьма сходны съ тѣми, которые получены для рѣчной и прудовой водѣ (см. сводную таблицу № 1, измѣненія въ 1 недѣлю) за исключеніемъ нѣсколько меньшей убыли кислорода. Это сходство можетъ быть объяснено тѣмъ, что пребываніе воды въ порахъ фильтра, внѣ сообщенія съ атмосферой есть тоже самое, что нахожденіе въ закупоренныхъ колбахъ. Существенная же разница въ быстротѣ этого процесса, измѣряемаго въ данномъ случаѣ не болѣе какъ часами, предполагаетъ участіе и другого могущественнаго момента, ускоряющаго окислительные процессы. Этимъ моментомъ должно очевидно служить поглощающее вліяніе пористыхъ веществъ вообще и слоевъ почвы, а слѣдовательно и песка въ частности. Явленіе это освѣщенное трудами Фрэнкленда, Шлѣзинга и Мюнца, Зойки, Сильванова и др. \*) очевидно обнаруживаетъ свое значеніе и въ данномъ случаѣ, ускоряя тотъ процессъ химическихъ превращеній, который совершается въ водѣ самъ собою лишь крайне медленно.

Кромѣ того изъ приведенныхъ изслѣдованій видно, что количество кислорода въ рѣчной водѣ во время прохожденія ея по системѣ водопроводныхъ трубъ отъ станціи насосовъ до станціи фильтровъ довольно однообразно, за исключеніемъ случая, приведеннаго въ таблицѣ подь № 17, гдѣ содержаніе кислорода въ водѣ стоящей надъ фильтромъ было уменьшено противъ содержанія въ самой рѣкѣ на 1,35 и 1,57 куб. сант. на литръ воды. Уменьшеніе это, можетъ быть, отчасти обусловлено повышеніемъ температуры воды, стоящей надъ фильтромъ на 2 градуса Цельзія противъ рѣчной воды.

Далѣе можно замѣтить, что содержаніе кислорода въ водѣ водопроводныхъ крановъ не много увеличено противъ содержанія наблюдаемаго въ свѣжей профильтрованной водѣ. Это вѣроятно зависитъ отъ большаго давленія, подь которымъ находится профильтрованная вода во время распредѣленія ея по городскимъ водопроводнымъ трубамъ въ смѣси съ воздухомъ; кромѣ того и температура воды водопроводныхъ крановъ лѣтомъ ниже температуры рѣчной воды, такъ какъ во время

\*) Эрисманъ. Курсъ Гигіены томъ I стр. 365 и слѣд.

прохожденія воды по трубамъ, она принимаетъ температуру почвы. Последнія два обстоятельства т. е. насыщеніе (хотя незначительное) воздухомъ профильтрованной воды и пониженіе ея температуры весьма важны такъ какъ дѣлають воду болѣе пріятной для питья. Добавлю впрочемъ здѣсь, что въ нѣсколькихъ случаяхъ опредѣленій содержанія кислорода въ водѣ водопроводныхъ крановъ, *посль продолжительнаго стоянія ея въ домовой трубѣ* (посль ночи), я не находилъ ни слѣдовъ кислорода. Это именно случилось съ водою крановъ Химической и Гигіенической Лабораторій.

Работа эта произведена въ Гигіенической Лабораторіи Императорскаго Варшавскаго Университета.

Въ заключеніе считаю пріятнымъ долгомъ изъявить искреннюю свою признательность и благодарность многоуважаемымъ г. г. профессорамъ за ихъ содѣйствіе при составленіи настоящаго труда; въ особенности же приношу благодарность своему руководителю и наставнику б. профессору Варшавскаго Университета *Михаилу Яковлевичу Капустину* за его дѣльные совѣты и всегда теплое участіе къ моей работѣ; равнымъ образомъ приношу благодарность профессорамъ *Потылицыну* и *Гемиліану* за руководство въ занятіяхъ по газовому анализу.



## Положенія.

---

1. Къ обычнымъ приемамъ изслѣдованія доброкачественности воды для питья, весьма полезно добавить опредѣленіе содержанія въ ней раствореннаго кислорода. При пользованіи приемами и приборами *Гемпеля*, изслѣдованія эти не могутъ быть затруднительными въ санитарной практикѣ врачей.
  2. Изслѣдованіе сохранныхъ въ теченіи нѣкотораго времени порцій воды, въ дополненіе къ изслѣдованію свѣжихъ, можетъ иногда дать характерныя указанія на свойства этой воды.
  3. При изслѣдованіи газовъ колодезной воды можно дѣлать косвенное заключеніе о свойствахъ почвеннаго воздуха, а послѣдовательно и приблизительно судить о химическихъ процессахъ, совершающихся въ почвѣ.
  4. Температура воды въ ея источникахъ, вліяя на растворимость газовъ, тѣмъ самымъ измѣняетъ и химическіе процессы, происходящіе въ водѣ. Поэтому охлажденіе запасовъ воды въ лагеряхъ, госпиталяхъ и прочь въ лѣтнее время есть полезная санитарная мѣра, помимо вкусового вліянія.
  5. При постройкѣ новыхъ зданій крайне важно изслѣдовать почву, на которой онѣ воздвигаются, и характеръ совершающихся въ ней химическихъ процессовъ.
  6. Для успѣшнаго изученія гигиенической обстановки войскъ необходимо устроить на извѣстныхъ раіонахъ станціи для гигиеническихъ изслѣдованій.
-