

543  
P-857

# РУКОВОДСТВО

КЪ

## ХИМИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ

### СТОЧНЫХЪ ВОДЪ.

**Dr. K. Farnsteiner,**  
**Dr. P. Buttenberg, ♦ ♦ ♦ ♦ Dr. O. Korn,**  
химики Гамбургскаго гигиеническаго института.

Переводъ сочиненія „Leitfaden für die chemische Untersuchung von  
Abwasser von Dr. K. Farnsteiner, P. Buttenberg u. O. Korn“.

подъ редакціей  
**Д-РА С. Л. РАШКОВИЧА.**

**С.-ПЕТЕРБУРГЪ.**  
**ИЗДАНИЕ В. Л. РИККЕРА.**

Невскій, 14.

1903.

3759

РУКОВОДСТВО

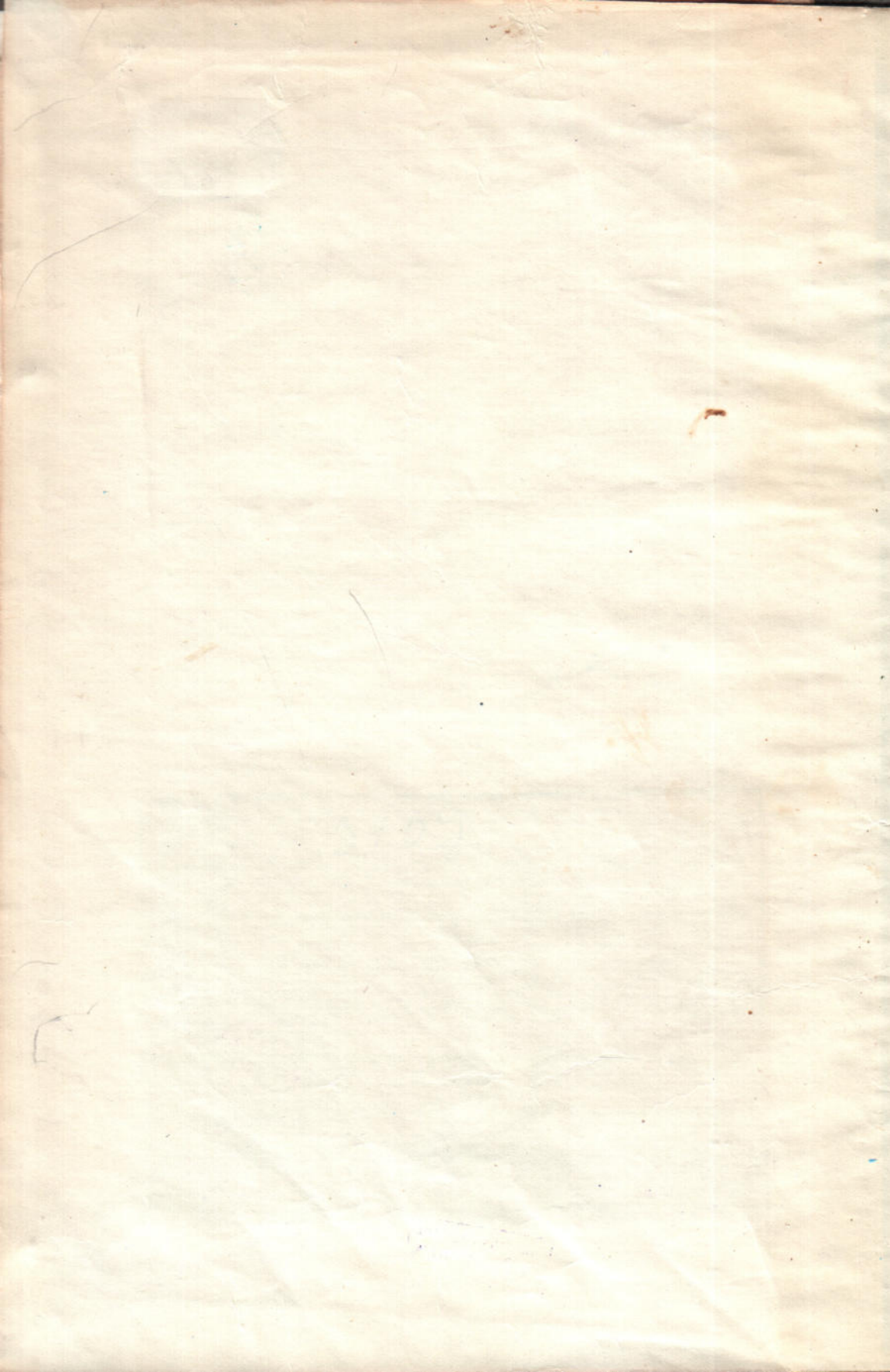
ХИМИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ

С. П. БОЧКА

Д-р С. П. Боцка

Институт химии, Ленинград





543  
99-28

~~543  
99-248~~

у 543  
99-85

~~ДУБОВЫЙ~~

# РУКОВОДСТВО

КЪ

## ХИМИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ

### СТОЧНЫХЪ ВОДЪ.

Dr. K. Farnsteiner,

Dr. P. Buttenberg, ♦ ♦ ♦ ♦ Dr. O. Korn,

химики Гамбургскаго гигиеническаго института.

Переводъ сочиненія „Leitfaden für die chemische Untersuchung von Abwasser von Dr. K. Farnsteiner, P. Buttenberg u. O. Korn“.

подъ редакціей

Д-РА С. Л. РАШКОВИЧА.

~~ГЛАВНОУЧЕБНАЯ  
БИБЛИОТЕКА~~

~~ПРОВЕРЕНО 1966 г.~~



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

ИЗДАНИЕ К. Л. РИККЕРА

Невскій, 14.

1903.

проверено  
1966 г.

~~АКАДЕМИЧЕСКАЯ  
БИБЛИОТЕКА  
— И. П. И.  
Владимирская~~

~~АКАДЕМИЧЕСКАЯ  
БИБЛИОТЕКА  
С.-П. П.  
ИЗДАНИЕ  
К. Либманшта.  
8~~

3759  
59  
5744

Дозволено цензурою С.-Петербургу, 23 Августа 1903 г.

## Предисловіе.

---

Охраненіе рѣкъ и другихъ общественныхъ водовмѣстищъ отъ загрязненія имѣеть громадное значеніе въ видахъ охраненія народнаго здравія и въ настоящее время мы имѣемъ въ нашемъ распоряженіи самыя разнообразныя способы очистки грязныхъ сточныхъ водъ.

Однимъ изъ главныхъ критеріевъ эффекта очистки является, конечно, химическій анализъ какъ очищенныхъ водъ, такъ и сточной грязной. Методы химическаго анализа питьевой воды разработаны довольно подробно, но, къ сожалѣнію, они часто непримѣнимы къ изслѣдованію сильно загрязненныхъ водъ.

Предлагаемое руководство, вышедшее изъ Гамбургскаго гигиеническаго института, гдѣ уже нѣсколько лѣтъ работаютъ надъ изученіемъ біологическаго метода очистки сточныхъ водъ, впервые даетъ намъ точныя и полныя практическія указанія методовъ изслѣдованія сточныхъ водъ. Каждый предлагаемый методъ испытывался въ Институтѣ въ теченіи нѣсколькихъ лѣтъ, много было потрачено времени надъ сравнительнымъ изученіемъ различныхъ методовъ и данное руководство должно заслужить полное вниманіе со стороны работающихъ надъ анализами сточныхъ водъ.

Кіевъ  
15 іюня 1903 г.

С. Л. Рашковичъ.





## Цѣль изслѣдованія сточныхъ водъ.

Постоянное расширеніе народонаселенія городовъ и связанное съ нимъ сильное развитіе промышленности даетъ громадное количество грязныхъ сточныхъ водъ. Сточные воды содержатъ, кромѣ животныхъ и домашнихъ отбросовъ жилыхъ помѣщеній, самые разнообразныя отбросы промышленныхъ заведеній, содержащіе нерѣдко ядовитыя вещества. Спускъ грязныхъ сточныхъ водъ въ общественныя водовмѣстилища, какъ съ санитарной, такъ и сельско-хозяйственной точки зрѣнія, не можетъ быть допустимъ. Уже съ давнихъ поръ предлагаются всевозможныя способы очистки сточныхъ водъ и многіе изъ нихъ въ большей или меньшей степени удовлетворяютъ своему назначенію.

При этомъ нѣкоторые способы даютъ возможность утилизировать плотныя вещества сточныхъ водъ въ качествѣ удобрительныхъ матеріаловъ или же съ промышленной цѣлью (напр. утилизациа жира).

Химическій анализъ сточныхъ водъ долженъ дать слѣдующіе основные отвѣты:

1. Въ какой мѣрѣ загрязнены сточныя воды животными и домашними отбросами жилыхъ помѣщеній, а также отбросами промышленныхъ заведеній? Какой вредъ съ санитарной или сельско-хозяйственной точки зрѣнія можетъ быть нанесенъ при спускѣ загрязненныхъ водъ въ общественныя водовмѣстилища?

2. Какой эффектъ очистки даетъ примѣняемый способъ обезвреженія сточныхъ водъ? Можетъ-ли быть допущена очищенная вода къ спуску въ общественныя водовмѣстилища?

3. Какое количество полезныхъ удобрительныхъ веществъ или вообще пригодныхъ для утилизациа содержатъ сточныя воды?

4. Разрѣшеніе научныхъ вопросовъ.

## Отбираніе пробы.

При отбираніи пробы сточной воды отмѣчаютъ общее расположеніе общественныхъ водовмѣстилищъ и каналовъ, особенности береговъ и дна, качество и количество плавающихъ отбросовъ, газоотдѣленіе и т. п. Весьма важно изслѣдовать распространеніе неприятнаго запаха, измѣненіе камней въ руслѣ и цемента въ каналахъ, вліяніе сточныхъ на флору и фауну (вредъ рыбамъ).

При изслѣдованіи промышленныхъ сточныхъ водъ весьма важно описать полный ходъ производства и по возможности классифицировать воды.

### а) Вода стоитъ въ водовмѣстилищѣ.

Содержимое бассейна тщательно размѣшиваютъ и отбираютъ среднюю пробу. Если размѣшиваніе содержимаго водовмѣстилища невозможно, то приходится ограничиться отборомъ нѣсколькихъ пробъ въ различныхъ мѣстахъ и на различной глубинѣ водовмѣстилища; взятые пробы соединяютъ въ одну и анализъ таковой пробы можетъ дать приблизительно данныя средняго состава изслѣдуемой воды. При отбираніи опредѣляютъ толщину слоя плотныхъ осадковъ (ила), а также отбираютъ пробу ила для изслѣдованія (см. стр. 39). □

### б) Вода — проточная.

При отбираніи пробъ сточныхъ водъ изъ каналовъ населенныхъ мѣстъ нужно имѣть въ виду слѣдующее: въ ночное время вытекаетъ изъ каналовъ весьма небольшое количество сточной воды, при этомъ не особенно загрязненной; въ утренніе часы количество жидкости значительно увеличивается, достигая maximum'a въ обѣденное время, какъ по количеству, такъ и по загрязненію, и къ вечеру начинаетъ опять уменьшаться. Въ виду этого необходимо каждый часъ или два часа измѣрять количество вытекающей сточной воды, а также отбирать пробу.

Отобранныя пробы изслѣдуютъ отдѣльно и по количеству воды и ея составу опредѣляютъ общее количество загрязняющихъ элементовъ.

При изученіи методовъ очистки весьма важно правильно отбирать пробы, причемъ главное вниманіе обращаютъ на то, чтобы отобранная проба грязной сточной воды совпадала съ взятой пробой очищенной, и при постоянномъ токъ воды приходится обозначать грязную сточную воду въ моментъ отбора пробы какимъ-нибудь индикаторомъ (красящими или пахучими веществами), однимъ словомъ, нужно быть вполне увѣреннымъ, что пробы грязной и очищенной воды совпадаютъ. При періодической очисткѣ грязной воды устанавливаютъ небольшія трубки у входныхъ и выходныхъ

отверстій очистительныхъ сооружений и такимъ образомъ отбираются вполнѣ точно среднія пробы, какъ входящей грязной, такъ и выходящей очищенной воды.

При отборѣ больничныхъ водъ слѣдуетъ принять мѣры предосторожности противъ возможности зараженія; вообще весьма цѣлесообразно употреблять для отбирания пробы жестяные черпаки съ длинной ручкой, вмѣстимостью отъ 1 до 2 литровъ. Изъ черпака воду вливаютъ въ склянку бѣлаго стекла съ хорошо притертой стеклянной пробкой при помощи воронки, при этомъ слѣдятъ за тѣмъ, чтобы взвѣшенные вещества, осѣвшія на дно черпака, были полностью переведены въ склянку. Для отбора пробы на извѣстной глубинѣ существуютъ особо сконструированные приборы.

Для обыкновеннаго анализа воды достаточно 2 литра воды, при полныхъ анализахъ требуется до 6 литровъ.

Опредѣленіе углекислоты, кислорода и сѣроводорода производится въ отдѣльно отобранныхъ пробахъ и обязательно на мѣстѣ взятія пробы.

### Сохраненіе пробъ воды.

Органическія вещества сточныхъ водъ при сохраненіи быстро подвергаются разложенію и необходимо производить анализы органическихъ веществъ, по возможности немедленно по взятіи пробъ. При невозможности приступить къ анализу немедленно прибавляютъ къ пробамъ воды консервирующія вещества: для опредѣленій окисляемости, органическаго азота, амміака и органическаго углерода на 1 литръ фильтрованной сточной воды прибавляютъ 2 куб. с. 25% раствора  $H_2SO_4$ ; для опредѣленій плотнаго осадка, взвѣшенныхъ веществъ, потери при прокаливаніи, азотной и азотистой кислотъ и хлора на 1 литръ нефилътрированной воды прибавляютъ 2 куб. с. хлорсформа.

### Исследование сточной воды въ лабораторіи.

При санитарной оцѣнкѣ воды въ большинствѣ случаевъ можно довольствоваться изученіемъ слѣдующихъ химическихъ и физическихъ ея свойствъ:

Физическія свойства воды,

Реакція,

Окисляемость,

Плотный остатокъ,

Потеря при прокаливаніи,

Взвѣшенные вещества,

Общее количество азота,

Амміакъ,  
 Азотистая и азотная кислоты (качественно),  
 Хлоръ,  
 Сѣроводородъ.

Объемъ анализа сточной воды всецѣло зависитъ отъ преслѣдуемой цѣли и ниже приведены методы изслѣдованія всѣхъ встречающихся элементовъ водъ. При анализѣ водъ промышленныхъ заведеній необходимо опредѣлять загрязняющіе элементы этихъ заводовъ, каковыя указаны въ особой главѣ руководства (см. стр. 47).

## Внѣшнія физическія свойства.

### Разложеніе и способность къ гніенію.

Оставляютъ двѣ пробы сточной воды  $\frac{1}{2}$ —2 литр., одну въ открытомъ цилиндрѣ, другую въ цилиндрѣ съ притертой пробкой, бѣлаго стекла, на 8—10 дней при комнатной температурѣ 18—20° С въ разсѣянномъ свѣтѣ и отъ времени до времени замѣчаютъ видимое измѣненіе внѣшнихъ свойствъ сточной воды.

Бываютъ случаи, когда требуется оставлять пробы въ темнотѣ.

### Цвѣтъ и внѣшній видъ.

При опредѣленіи цвѣта воды необходимо обозначать оттѣнокъ цвѣта нефилътрированной взмученной воды при падающемъ свѣтѣ, при чемъ осадокъ долженъ быть равномернo распределенъ въ жидкости, а затѣмъ изслѣдуетъ цвѣтъ той же воды, профильтрованной, въ небольшомъ цилиндрѣ (слой жидкости около 5 сант.) бѣлаго стекла при отраженномъ свѣтѣ отъ листа бѣлой бумаги.

При изслѣдованіи нефилътрированной воды обозначаютъ внѣшній видъ воды, пользуясь слѣдующими опредѣленіями: прозрачный, опализирующій, мутноватый, мутный, сильно мутный.

### Запахъ.

При опредѣленіи запаха слѣдуетъ отобрать около 50 куб. сант. сточной воды въ длинoгорлую колбу, закупорить ее пробкой и хорошо взболтать; затѣмъ, откупоривъ, изслѣдуютъ запахъ. Нѣкоторыя пробы требуютъ предварительнаго нагрѣванія до 40—50° С и послѣдующаго опредѣленія запаха. Сточные воды съ сильнымъ запахомъ можно изслѣдовать при извѣстномъ разбавленіи.

Чаще всего различаютъ слѣдующіе запахи: землистый, илистый, гніющій, фекальный, сѣроводорода.

Воды, отдающія сѣроводородомъ, слѣдуетъ изслѣдовать по удаленіи его избыткомъ раствора мѣднаго купороса при сильномъ взбалтываніи.

### Осадокъ.

Опредѣляютъ цвѣтъ и структуру осадка; послѣдній можетъ быть мелкій, слизистый, клочковатый, комкообразный, зернистый и т. п.

Болѣе сложное изслѣдованіе осадковъ изложено ниже (см. стр. 39).

Высоту осадка опредѣляютъ въ высокомъ цилиндрѣ (60×2 снт.), при чемъ наливаютъ хорошо взмученную воду до 50 снт., и опредѣленіе высоты осадка производятъ по истеченіи 10 минутъ. Высоту осадка вычисляютъ въ миллиметрахъ на 1 метръ высоты слоя воды.

### Степень прозрачности.

Нефильтрованную, хорошо взболтанную, воду наливаютъ въ стеклянный цилиндръ съ гладкимъ дномъ, съ точными дѣленіями (въ снт.) и нижнимъ стекляннымъ краномъ. Подъ цилиндръ, наполненный водой, ставятъ пробный шрифтъ № 1 Снеллена и, открывая кранъ, выливаютъ воду до тѣхъ поръ, пока отдѣльные буквы шрифта не будутъ совершенно ясны. Высота оставшейся воды въ цилиндрахъ, выраженная въ сантиметрахъ, и будетъ степенью прозрачной испытуемой воды.

Результаты изслѣдованія физическихъ свойствъ воды даютъ довольно полную картину степени загрязненія воды, служатъ хорошимъ распознавательнымъ критеріемъ для дальнѣйшаго химическаго изслѣдованія и при санитарной оцѣнкѣ играютъ важную роль.

## Взвѣшенные вещества.

### а) Прямое опредѣленіе.

Профильтровываютъ отъ 200—500 куб. сан. воды черезъ высушенный при 100° С фильтръ съ опредѣленнымъ вѣсомъ и количествомъ золы, промываютъ фильтръ дистиллированной водой и высушиваютъ до постоянного вѣса. При прокаливаніи фильтра и послѣдующемъ взвѣшиваніи опредѣляются неорганическія взвѣшенные вещества.

### б) Косвенное опредѣленіе.

Если сточная вода плохо фильтруется или же можно опасаться быстро разложенія взвѣшенныхъ веществъ и перехода ихъ въ растворъ, то употребляютъ слѣдующій способъ.

Часть воды фильтруютъ черезъ большой складчатый фильтръ, закрывая воронку стекляннымъ кружкомъ, дабы избѣжать испаренія воды при фильтраціи. Далѣе выпариваютъ опредѣленные

объемы нефилтрванной и профильтрванной воды въ платиновыхъ чашкахъ, высушиваютъ до постояннаго вѣса и взвѣшиваютъ.

Затѣмъ опредѣляютъ потерю при прокаливаніи.

#### Примѣръ:

##### а) прямое опредѣленіе

500 куб. сант. сточной воды даютъ 465,0 мг взвѣшен. веществъ,  
послѣ прокаливанія остается 342,0 мг неорг. взвѣш. вещ.

123,0 мг орган. " "

(въ литрѣ двойное количество)

##### б) косвенное опредѣленіе.

Плотный остатокъ

500 куб. сан. нефилтр. воды 1845,0 мг

" " " филтр. " 1264,0 мг

581,0 мг, что соотвѣт. 1162,0 мг

взвѣшен. вещ. на 1 лит.

Остатокъ послѣ прокаливанія

500 куб. сан. нефилтр. воды 1424,0 мг

" " " филтр. " 1170,0 "

254,0 мг, что соотв. 508,0 мг неор.

654,0 мг орг.

взвѣшенныхъ веществъ на 1 литрѣ.

Весьма часто приходится опредѣлять количество азота и фосфорной кислоты въ взвѣшенныхъ веществахъ, что и производится по методамъ описаннымъ ниже.

Полезно также микроскопическое изслѣдованіе взвѣшенныхъ веществъ.

## Химическое изслѣдованіе воды.

### Реакція.

Въ воду опускаютъ на 5 минутъ полоски красной и синей лакмусовой бумаги.

### Кислотность. Щелочность.

При рѣзкой кислой или щелочной реакціи сточныхъ водъ приходится точно опредѣлять кислотность—титрованіемъ  $1/10$  нормальнымъ растворомъ ѣдкой щелочи (индикаторъ—Azolythmin), а щелочность, послѣ добавленія избытка  $1/10$  нормального раствора сѣрной кислоты, обратнымъ титрованіемъ  $1/10$  нормальн. раств. ѣдкой щелочи (индикаторъ—Azolythmin).

Кислотность и щелочность выражается израсходованнымъ количествомъ куб. сант. нормального раствора на 1 литръ воды.

Полученныя цифры кислотности и щелочности имѣютъ относительное значеніе въ смыслѣ опредѣленія степени загрязненія, такъ какъ тутъ часто играютъ роль другіе факторы, какъ выпаденіе фосфатовъ и проч. При этомъ надо замѣтить, что чистая вода весьма часто имѣетъ щелочную реакцію отъ присутствія карбонатовъ. Щелочность воды, зависящую отъ присутствія свободного амміака, приходится опредѣлять вторично въ дистиллатѣ.

### Окисляемость.

Свѣдѣнія о составѣ и качествѣ органическихъ веществъ, встрѣчающихся въ водѣ, весьма поверхностны и отрывочны. Этотъ пробѣлъ въ нашихъ знаніяхъ объясняется большимъ разнообразіемъ и непрочною органическихъ соединеній, ихъ склонностію къ превращенію въ простыя неорганическія формы, вслѣдствіе чего они быстро теряютъ свои характерныя черты.

Наши свѣдѣнія сводятся къ тому, что мы знаемъ только элементарный составъ этихъ веществъ; они состоятъ изъ водорода и углерода, а часто еще изъ азота и кислорода. Для санитарной оцѣнки воды мы пользуемся общимъ свойствомъ этихъ органическихъ веществъ—ихъ окисляемостью. Этотъ способъ, конечно, не даетъ намъ опредѣленного понятія о количествѣ органическихъ веществъ, содержащихся въ водѣ, но зато даетъ намъ цѣнныя данныя для сравнительной оцѣнки различныхъ водъ.

Окисляемость органическихъ веществъ въ водѣ опредѣляется израсходованнымъ количествомъ марганцево-кислаго калия  $KMnO_4$ , соединенія, легко отдающаго часть своего кислорода органическимъ веществамъ воды, превращаясь при этомъ въ низшія степени окисленія марганца.

При этомъ надо принять во вниманіе, что воды нѣкоторыхъ промышленныхъ заведеній содержатъ какъ легко окисляющіяся тѣла, какъ то: соли закиси желѣза, нитриты, сульфиты, сульфацианистыя соединенія, дубильная кислота и др., такъ и окислительныя соединенія, какъ хлорноватистыя, хлорноватыя, хроматы и пр. Въ этихъ случаяхъ уже показанія окисляемости не будутъ давать точныхъ указаній.

Наибольше распространеннымъ считается методъ Кубеля, въ Англии распространенъ методъ опредѣленія окисляемости при четырехъ-часовомъ дѣйствиіи раствора  $\text{KMnO}_4$ , а также трехминутномъ „Three Minutes Test“ и „Four Hours' Test“.

### Методъ Kubel'я.

I { 10 куб. сант. сточной воды,  
90 „ „ дистиллированной воды,  
5 „ „ сѣрной кислоты (1 об.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  + 3 об.  $\text{H}_2\text{O}$ ),  
0,1 grm. пемзы

въ Эрленмейеровскую колбу (450 к. с.), очищенную кипяченіемъ съ хамелеономъ.

II { 100 куб. сант. дистиллированной воды,  
5 „ „ сѣрной кислоты (1+3),  
0,1 grm. пемзы

въ чистую Эрленмейеровскую колбу.

Эти два раствора нагрѣваютъ почти до кипѣнія и приливаютъ въ каждую колбу 15 куб. сант.  $\frac{1}{100}$  нормального раствора марганцево-кислаго калия (0,32 grm. на 1 литръ). Затѣмъ кипятятъ оба раствора точно 10 минутъ, при чемъ кипѣніе не должно быть бурное. Послѣ кипяченія прибавляютъ по 15 куб. сант.  $\frac{1}{100}$  нормального раствора щавелевой кислоты (0,63 grm. на 1 литръ) и обратно титруютъ  $\frac{1}{100}$  норм. раств.  $\text{KMnO}_4$  до слабо-розовой окраски.

Количество израсходованнаго  $\text{KMnO}_4$  на дистиллированную воду (II) покажетъ титръ норм. раствора и поправку на дистиллированную воду, а количество израсходованнаго  $\text{KMnO}_4$  на окисленіе сточной воды (I) должно быть уменьшено на поправку титра и дистилл. воду.

Окисляемость принято выражать въ миллиграммахъ марганцево-кислаго калия на литръ сточной воды.

При опредѣленіяхъ окисляемости по методу Kubel'я количество израсходуемаго  $\frac{1}{100}$  норм. раствора  $\text{KMnO}_4$  должно колебаться въ предѣлахъ 3—12 куб. сант. на 100 куб. сант. разбавленной сточной воды, въ виду этого при анализѣ сильно загрязненныхъ водъ приходится разбавлять сточную воду (до 5, 4, 3, 2, 1 куб. с. въ 100 куб. сант. дистилл. воды).

Дистиллированная вода должна при кипяченіи въ теченіи 10 минутъ (100 куб. сант. воды + 5 куб. с.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (1+3) + 0,1 сс.  $\frac{1}{100}$  нормальн. раствора  $\text{KMnO}_4$ ) сохранять красную окраску.

При массовыхъ анализахъ полезно употреблять аппаратъ



для постоянного наполнения бюретки нормальным раствором (рис. 1).

Трехгорлая Вульфова склянка соединяется краном *b* с бюреткой, краном *a* с воздухом и трубкой *c* с гуттаперчевым шаром. Открывая кран *b* и закрывая кран *a* накачивают раствор в бюретку. По окончании титрования оставшуюся часть выпускают обратно в Вульфovu склянку.

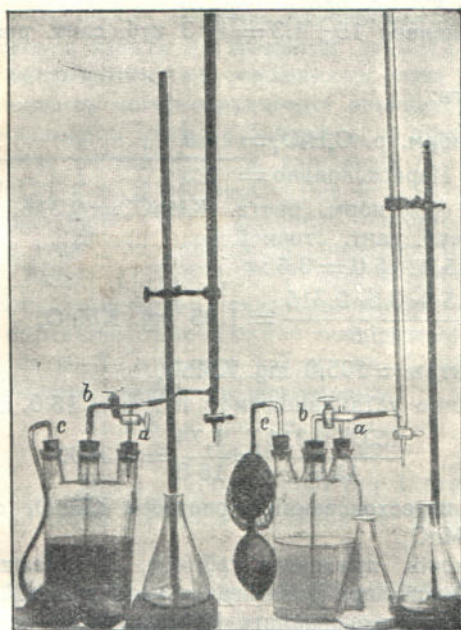


Рис. 1.

#### Примѣръ:

Установка титра: 100 куб. сант. дистилл. воды  
 5 " "  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (1+3)  
 0,1 grm. пемзы

кипятятъ съ 13 куб. сант.  $\frac{1}{100}$  норм. раств.  $\text{KMnO}_4$  въ теченіи 10 минутъ, далѣе обезцвѣчиваютъ растворъ 15 куб. сант.  $\frac{1}{100}$  норм. раств. щавелевой кислоты.

При обратномъ титрованіи истратили еще 2,8 куб. сант. раствора  $\text{KMnO}_4$ .

#### Титръ.

15 куб. сант.  $\frac{1}{100}$  нормального раствора щавелевой кислоты =  $13 + 2,8 = 15,8$  куб. сант.  $\frac{1}{100}$  норм. раств.  $\text{KMnO}_4$ .

## Опытъ.

10 куб. сант. сточной воды  
 90 " " дестиллиров. воды  
 5 " "  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (1+3)  
 0,1 grm. пемзы

кипятятъ 10 минутъ съ 15 куб. сант. раств.  $\text{KMnO}_4$ , и по прибавленіи 15 куб. сант.  $\frac{1}{100}$  норм. раствора щавелевой кислоты истратили: 4,3 куб. с. раств.  $\text{KMnO}_4$ .

Всего прибавлено  $15 + 4,3 = 19,3$  куб. сант. раств.  $\text{KMnO}_4$

## Вычесть:

15 к. с.  $\frac{1}{100}$  норм. р.  $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 = 15,8$  " " " "  
 Израсходовано =  $\frac{3,5}{15,8}$  " " " "

1 куб. сант.  $\frac{1}{100}$  норм. раств.  $\text{KMnO}_4 = 0,316$  mg.  $\text{KMnO}_4$ ,  
 откуда на 10 куб. сант. сточной воды пошло

$$15,8 : 15,0 = 3,5 : x$$

$$0,316 x = \frac{15,0 \cdot 3,5 \cdot 0,316}{15,8} = 1,05 \text{ mg. } \text{KMnO}_4$$

откуда на 1 литръ = 105,0 mg.  $\text{KMnO}_4$ .

При постоянно установившемся титрѣ на 15,8, при вычисленіи:

$$\frac{15,0 \cdot 0,316}{15,8} = \frac{4,74}{15,8} = 0,3000$$

1 куб. сант. израсходованнаго раствора  $\text{KMnO}_4$  соотвѣтствуетъ 0,3000 mgr.  $\text{KMnO}_4$ .

Въ приложеніи приведена таблица, облегчающая вычисленія цифръ окисляемости при разныхъ титрахъ (таб. № 5).

Количество израсходованнаго  $\text{KMnO}_4$  можно перевести на количество кислорода, такъ какъ  $0,316 \text{ mg. } \text{KMnO}_4 = 0,08 \text{ mg O}$  или ровно  $\frac{1}{4}$  количества  $\text{KMnO}_4$  (таб. № 6).

## Методъ Schulze.

5—10 куб. сант. фильтрованной сточной воды  
 95—90 " " дестиллиров. воды  
 0,5 " " раствора ѣдкой щелочи (1+1)  
 0,1 grm. пемзы

вливаютъ въ колбу Эрленмейера (450 куб. сант.), прибавляютъ 15 куб. сант.  $\frac{1}{100}$  норм. раств.  $\text{KMnO}_4$  и нагрѣваютъ. Послѣ десяти минутнаго кипяченія охлаждають жидкость до  $60^\circ\text{C}$ , приливаютъ 5 куб. сант. раствора сѣрной кислоты (1+3) и 15 куб. с.  $\frac{1}{100}$  раств. щавелевой кислоты. Послѣ освѣтленія жидкостей титруютъ ее  $\frac{1}{100}$  раств.  $\text{KMnO}_4$  до слабо-розовой окраски. Вычисленія производятъ также, какъ и по способу Kubel'я.

**Методъ четырехъ-часового окисленія (Four Hours Test).**

По Fowler „Sewage Works Analyses“.

70 куб. сант. изслѣдуемой воды (количество воды зависитъ отъ содержания органическихъ веществъ).

10 „ „  $H_2SO_4$  (1+3) <sup>1)</sup>

50 „ „ раств.  $KMnO_4$  (10 куб. с. = 1 мг. кислорода, что соответствуетъ 0,395 грм.  $KMnO_4$  на 1 литръ воды, едва окрашенной хамелеономъ).

Смѣсь оставляютъ стоять въ закрытой склянкѣ 4 часа, причемъ склянку взбалтываютъ, въ особенности если проба изслѣдуемой воды содержитъ легко окисляемыя взвѣшенные вещества. Если растворъ начинаетъ замѣтно блѣднѣть, то прибавляютъ еще такое же количество костей и раств. хамелеона (10 кс.  $H_2SO_4$  + 50 к.с. р.  $KMnO_4$ ) и т. д. По прошествіи четырехъ часовъ прибавляютъ нѣсколько капель 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> раствора іодистаго калия. Количество выпавшаго іода опредѣляется титрованіемъ раствора сѣрноватисто кислаго натрія (1 куб. с. = 2 куб. с. раствора  $KMnO_4$ ) отсюда вычисляютъ количество неизрасходованнаго  $KMnO_4$  и такимъ образомъ опредѣляютъ количество поглощеннаго кислорода.

Титръ раствора  $Na_2S_2O_3$  (около 7,0 гр. на 1 литр. воды) устанавливается опытнымъ путемъ съ растворомъ:

70 куб. с. дистил. воды

10 „ „  $H_2SO_4$  (1+3).

50 „ „ р.  $KMnO_4$  (на 1 литр.—0,395 г).

такимъ образомъ, чтобы 25 куб. с. раствора  $Na_2S_2O_3$  = 50 куб. с.  $KMnO_4$ .

**Методъ трехъ-минутнаго окисленія (Three Minutes' Test).**

Опредѣленіе поглощеннаго кислорода органическими веществами сточной воды производится также, какъ и при четырехъ-часовомъ окисленіи, только вода окисляется растворомъ хамелеона въ теченіи трехъ минутъ.

**Методъ „Incubator—Test“.**

(нагрѣваніе пробы въ термостатѣ).

Этотъ методъ впервые былъ предложенъ въ 1899 году Манчестерской комиссіей по изученію біологическаго метода очистки сточныхъ водъ и состоитъ въ слѣдующемъ:

Опредѣляютъ количество поглощаемаго кислорода по способу трехминутнаго окисленія въ испытуемой пробѣ. Затѣмъ наполняютъ склянку до верха испытуемой водой, закрываютъ и держатъ ее въ термостатѣ при 26—27<sup>0</sup> С въ теченіе 6—7 дней. По истеченіи этого срока опредѣляютъ въ этой водѣ количество поглощаемаго кислорода по способу трехъ-минутнаго окисленія.

Если вода загниваетъ, то послѣдуетъ нѣкоторое увеличеніе

<sup>1)</sup> свѣже-приготовленный.

поглощаемости кислорода въ зависимости отъ болѣ легкой окисляемости продуктовъ гніенія; при незагнивании пробы количество поглощаемого кислорода остается послѣ инкубационнаго періода почти безъ переменъ или даже немного уменьшается въ зависимости отъ окисленія органическихъ веществъ въ термостатѣ нитратами или растворомъ въ воздуху.

Методы Kubel'я и Schulze даютъ почти одинаковые результаты, какъ при изслѣдованіи питьевой воды, такъ и сточной. Англійскіе же методы пригодны исключительно для сточныхъ водъ, такъ какъ они даютъ понятіе о легкоокисляющихся органическихъ веществахъ.

Приводимъ таблицу <sup>1)</sup> анализовъ однѣхъ и тѣхъ же водъ по различнымъ методамъ.

Таблица № 1.

Сравнительное изслѣдованіе по нѣмецкимъ и англійскимъ методамъ окисленія воды хамелеономъ.

Израсходовано миллиграммъ  $KMnO_4$  на 1 литръ.

Родъ воды.	Окисляемость по Kubel'ю		Методъ 4-хъ час. окисленія нефильтрованной воды.	Методъ 3-хъ минутн. окисл. (нефилтр. в.)	
	фильтрованная вода.	нефильтрованная вода.		до инкубаци.	послѣ 6-ти дн. инкуб. при 26,6° С.
Сточная вода	234,0	252,0	251,9	155,2	170,6
" "	320,4	373,9	236,1	117,5	129,9
" "	400,6	587,5	402,1	159,2	215,8
" "	547,4	834,5	487,4	257,5	227,6
Очищен. сточн. вода	69,0	72,0	37,8	19,75	15,25
" " "	39,0	39,0	22,0	8,45	31,63
" " "	103,9	123,5	28,2	10,2	5,65
" " "	103,5	100,1	23,2	18,6	7,34

### Плотный остатокъ.

Выпариваютъ 200 куб. с. сточной воды въ прокаленной, взвѣшенной платиновой чашкѣ (діаметръ 8 сант.) и ставятъ въ сушильный шкафъ на три часа <sup>2)</sup> при 100° С. Затѣмъ охлажденную въ эксикаторѣ чашку вторично быстро взвѣшиваютъ и привѣсъ даетъ цифру плотнаго остатка на 200 куб. с. сточной воды. (умноживъ на пять, получаютъ плотный остатокъ на 1 литръ).

Плотный остатокъ содержитъ неорганическія соли, часть которыхъ содержитъ еще кристаллизационную воду, и органическія вещества, состоящія изъ углеводовъ, азотистыхъ (дериваты бѣлка и проч.), и другихъ соединеній.

<sup>1)</sup> по даннымъ Dunbar'a и Kattein'a.

<sup>2)</sup> болѣе продолжительное высушиваніе можетъ повлечь разложеніе нѣкоторыхъ органическихъ соединеній.

### Потеря при прокаливани и остатокъ.

Платиновая чашка съ высушеннымъ плотнымъ остаткомъ нагревается сначала на слабомъ пламени, пока не произойдетъ полное обугливаніе остатка, при чемъ замѣчаютъ специфическій запахъ (напр. рога, карамели и проч.), если таковой выдѣляется. Затѣмъ прикрываютъ чашку платиновой крышкой, увеличиваютъ пламя и прокаливаютъ дно чашки, при чемъ для полного сгорания открываютъ время отъ времени крышку чашки, и, наконецъ, сильно прокаливаютъ всю чашку. Прокаленный остатокъ слегка смачиваютъ водой, растираютъ стеклянной палочкой, прибавляютъ 5 куб. с. воды, насыщенной углекислотой, выпариваютъ и прокаливаютъ до постоянного вѣса, при чемъ иногда приходится прибавлять воду съ углекислотой два раза. Разница между вѣсомъ плотнаго остатка и вѣсомъ прокаленного остатка и будетъ потеря при прокаливани.

При прокаливани кристаллизационная вода выдѣляется, органическія вещества совершенно разрушаются, соли органическихъ кислотъ переходятъ въ карбонаты, аммонійныя соли улетучиваются. Нитраты и нитриты переходятъ цѣликомъ или частью также въ карбонаты; небольшая часть связанной соляной и сѣрной кислотъ иногда улетучивается. Связанная съ щелочными землями углекислота иногда выдѣляется, но при прокаливани остатка, смоченнаго водой, насыщенной углекислотой, остается не выдѣленной.

#### Примѣръ.

200 куб. с. сточной воды выпарено, высушено и прокалено. въ 200 куб. с. въ 1 литрѣ.

1. Чашка + плотный остатокъ . . . . .	20,6169 гр.
2. " + остатокъ послѣ прокаливанія . . . . .	20,5843 "
3. Чашка . . . . .	20,4365 "

Плотной остатокъ (1—3) . . . . .	0,1804 гр.	0,902 гр.
Остатокъ послѣ прокаливанія (2—3) . . . . .	0,1478 "	0,739 "
Потеря при прокаливани (1—2) . . . . .	0,0326 "	0,163 "

Потеря при прокаливани даетъ только относительное понятіе о количествѣ органическихъ веществъ. Въ присутствіи свободныхъ минеральныхъ кислотъ и нѣкоторыхъ другихъ энергическихъ факторовъ, опредѣленіе плотнаго остатка и потери при прокаливани безцѣльно, такъ какъ плотный остатокъ совершенно измѣняется въ своемъ составѣ.

### А з о т ъ .

Содержаніе азотистыхъ соединений въ сточной водѣ является извѣстнымъ критеріемъ загрязненія таковой, въ особенности при изслѣдованіи клоачныхъ водахъ.

Соединенія азота въ водахъ весьма разнообразны и сложны и ихъ можно раздѣлить на слѣдующія главныя группы.

1. Органическія азотистыя соединенія, извѣстная часть которыхъ при нагрѣваніи въ щелочномъ растворѣ съ хамелеономъ при извѣстныхъ условіяхъ образуетъ амміакъ (альбуминоидъ-амміакъ).

2. Аммонійныя соединенія.

3. Азотная и азотистая кислоты.

Здѣсь приведены наиболѣе употребительные методы изслѣдованія, провѣренныя въ Гамбургскомъ гигиеническомъ институтѣ.

### Общее количество азота.

по Kjeldahl'ю (Iodbauer <sup>1)</sup>).

250 куб. с. сточной воды.

25 " " карболово-сѣрной кислоты (съ содерж. 1 гр. карболовой кисл.)

0,1 грм. пемзы

вливають въ круглую колбу Kjeldahl'я (около 700 куб. с. вмѣстимости) и выпариваютъ почти до полного обезвоженія сѣрной кислоты. По охлажденіи прибавляютъ

2,5 гр. цинковой пыли.

0,1 гр. окиси мѣди.

взбалтываютъ и нагрѣваютъ до тѣхъ поръ, пока жидкость не приметъ свѣтло-зеленый оттѣнокъ. По охлажденіи прибавляютъ 150 куб. с. дистиллированной воды, снова охлаждаютъ, насыщаютъ растворъ 100 куб. с. раствора ѣдкаго натра (40<sup>0</sup>/<sub>10</sub> NaOH), всыпаютъ 1 грм. крупныхъ цинковыхъ опилокъ и быстро соединяютъ съ дистилляціоннымъ аппаратомъ, конецъ холодильной трубки котораго вставленъ въ колбу Эрлеймейера съ 20—50 куб. с. <sup>1</sup>/<sub>10</sub> нормального раствора сѣрной кислоты. Перегоняютъ около 125 куб. с., вынимаютъ, не прерывая дистилляціи, соединительную трубку изъ жидкости колбы и промываютъ ее небольшимъ количествомъ дистилл. воды въ ту же колбу.

Добавляютъ 2 куб. с. раствора Kongo-ot (2 грм. на 1 литръ) и титруютъ оставшуюся кислоту <sup>1</sup>/<sub>10</sub> нормальнымъ растворомъ ѣдкой щелочи.

При этомъ производятъ дополнительный опытъ по вышеописанному способу съ 25 куб. с. феноло-сѣрной кислоты и 0,1 грм. химически чистаго сахара.

### Примѣръ для вычисленія.

1. Дополнительный опытъ . . . . .	10 куб. с. <sup>1</sup> / <sub>10</sub> норм. р. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .
обратно употреблено . . . . .	9,7 " " <sup>1</sup> / <sub>10</sub> " " NaOH.
<hr/>	
израсходовано . . . . .	0,3 куб. с. <sup>1</sup> / <sub>10</sub> норм. р. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .

<sup>1)</sup> Z. f. anal. Ch. XXVI, 1887. S. 92.

2. 250 куб. с, сточной воды:

прибавлено . . . . . 20 куб. с.  $\frac{1}{10}$  норм. р.  $H_2SO_4$ .  
 обратно титровано . . . . . 8,2 " " " " " " NaOH.

израсходовано . . . . . 11,8 куб. с.  $\frac{1}{10}$  норм. р.  $H_2SO_4$ .

Вычесть:

по дополнит. опыту . . . . . 0,3 " " " " " " "

Дѣйствительно израсходов. 11,5 куб. с.  $\frac{1}{10}$  норм. р.  $H_2SO_4$ .  
 на . . . . . 250 " " сточной воды.

1 куб. с.  $\frac{1}{10}$  норм. р.  $H_2SO_4$  соотвѣтствуетъ 1,4 мг. Азота  
 1 литръ сточной воды содержитъ  $11,5 \times 4 \times 1,4 = 64,4$  млрр. Азота.

По Kjeldahl'ю (Ulsch, Proskauer, Sülzer<sup>1)</sup>.

250 куб. с. сточной воды.

5 " " сѣрной кислоты (1+3).

2,5 грм. цинковой пыли.

1 капля р. хлористой платины (1+9).

помѣщаютъ въ Kjeldahl'евскую колбу (вмѣстим. до 700 куб. с.) и выпариваютъ на сѣткѣ до объема 50 куб. с. По охлажденіи прибавляютъ:

20 куб. с. концентр. сѣрной кислоты.

0,1 грм. окиси мѣди.

4 капли р. хлористой платины (1+9).

и нагрѣваютъ жидкость до полного обезцвѣченія или свѣтло-зеленаго оттѣнка. Дальнѣйшее опредѣленіе идетъ также какъ и по вышеизложенному Kjeldahl'евскому методу по Iodbauer'ю.

### Органическій азотъ вмѣстѣ съ азотомъ амміака.

По Kjeldahl'ю, выдѣленіе азота кислотъ по Ulsch'ю.

250 куб. с. фильтров. сточной воды

5 куб. с. сѣрной кислоты (1+3)

0,5 гр. кислаго сѣрнистокислаго натра

5 капель хлорнокислаго желѣза (1+9)

помѣщаютъ въ Kjeldahl'евскую колбу и выпариваютъ до объема 50 куб. с. По охлажденіи прибавляютъ.

20 куб. с. концентр. сѣрной кислоты

0,1 грм. окиси мѣди

5 капель р. хлористой платины (1+9)

и нагрѣваютъ до тѣхъ поръ, пока жидкость не приметъ свѣтло-зеленый оттѣнокъ. Дальнѣйшее изслѣдованіе по вышеописанному методу.

### Органическій азотъ (вычисленіе).

Вычитая изъ полученнаго количества органическаго азота+ азотъ амміака количество азота амміака (см. далѣе), получаютъ количество органическаго азота.

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. Hygiene Bd. VII, 1889, S. 216.

**Альбуинодъ-амміакъ.**

По Wanklyn'y, Chapman'y и Smith'y.

250 куб. с. фильтр. сточной воды

1 гр. свѣжепрокаленной магнезии (MgO)

помѣщаютъ въ Kjeldahl'евскую колбу (вмѣстим. 600—700 куб. с.) и отгоняютъ по вышеописанному способу 100 куб. с. въ колбу съ 20 куб. сант.  $\frac{1}{10}$  норм. раств. сѣрной кислоты, и обратно титруютъ ѣдкимъ натромъ, откуда опредѣляютъ количество амміака.

Къ остатку, по охлажденіи прибавляютъ

100 куб. с. дестиллир. воды

50 к. с. р. ѣдкаго натра (30%, р. NaOH)

5 грм. марганцовокислаго калия.

и опять отгоняютъ 100 куб. с. въ колбу съ 20 куб. с.  $\frac{1}{10}$  норм. раств. сѣрной кислоты и обратно титруютъ  $\frac{1}{10}$  норм. р. ѣдкаго натра.

**Примѣръ для вычисленія.**

250 к. с. сточной воды.

Дестиллатъ собирався въ колбу съ 20 к. с.  $\frac{1}{10}$  норм. р.  $H_2SO_4$ При обратномъ титрованіи истрач. 15,5 к. с.  $\frac{1}{10}$  " " NaOHНа 250 куб. сант. воды истрачено 4,5 к. с.  $\frac{1}{10}$  " "  $H_2SO_4$ 1 куб. с.  $\frac{1}{10}$  норм. р.  $H_2SO_4 = 1,4$  млгр. азота.

или = 1,7 млгр. амміака.

1 литръ воды содержитъ

 $1,4 \times 4 \times 4,5 = 25,2$  млгр. азота въ видѣ альбум.-амміака.или  $1,7 \times 4 \times 4,5 = 30,6$  млгр. альбуиноидъ-амміака.**Амміакъ.**

Колориметрической способъ (Nessler, Frankland, Armstrong).

200 куб. с. филтр. сточной воды.

4 куб. с. раствора	{	100,0 грм. крист. углекислаго натрія
		50,0 грм. ѣдкаго натра
		300 куб. с. воды
		кипятятъ до полного удаленія амміака (проба реактивомъ Nessler'a).

Оставляютъ стоять на 24 часа въ цилиндрѣ или банкѣ съ хорошо притертой пробкой, время отъ времени взбалтываютъ. Затѣмъ производятъ сначала пробное испытаніе, а далѣе опредѣленіе.

Проба. 0,5 куб. с. воды изъ цилиндра разбавляютъ въ пробиркѣ 10 куб. с. дестиллир. воды и прибавляютъ 0,1 куб. с. реактива Несслера. Кромѣ того 0,2 куб. с. раствора хлористаго аммонія (1 куб. с. = 0,05 млгр.  $NH_3$ ) также въ пробиркѣ разбавляютъ 10 куб. с. воды и прибавляютъ 0,1 куб. с. реактива Несслера. Если въ пробиркѣ съ испытуемой сточной водой жидкость интенсивнѣе окрашена, чѣмъ растворъ хлористаго аммонія, то сточная вода содержитъ болѣе 20 млгр. амміака на литръ.



Опредѣленіе. При содержаніи въ сточной водѣ менѣе 20 млгр. амміака на литръ отбирають 5 куб. с., а въ иномъ случаѣ 2 куб. с. отстоявшейся сточной воды (см. выше) въ Генеровскій цилиндръ (съ краномъ у дна), прибавляютъ дистиллированной воды (свободной отъ амміака) до черты 99 куб. с., и туда же вливаютъ 1 куб. с. реактива Несслера, при чемъ жидкость осторожно взбалтываютъ. Другой Генеровскій цилиндръ наполняется до черты 99 куб. с., чистой дистиллированной водой съ 0,2 — 2 к. с. раствора хлористаго аммонія (1 куб. с. = 0,05 млгр.  $\text{NH}_3$ ) + 1 куб. с. реактива Несслера, при чемъ жидкости хорошо смѣшиваютъ взбалтываніемъ.

Изъ болѣе интенсивно окрашеннаго Генеровскаго цилиндра выливаютъ осторожно воду до тѣхъ поръ пока жидкости въ обоихъ цилиндрахъ, поставленныхъ на листъ бѣлой бумаги, смотря сверху внизъ, не будутъ имѣть одинаковый оттѣнокъ окраски. Если приходится вылить болѣе 50 куб. с., то опредѣленіе повторяютъ, прибавляя къ чистой водѣ то или другое необходимое количество раствора хлористаго аммонія. Опредѣленіе амміака колориметрически необходимо производить быстро, и желательно всегда при одной и той же температурѣ.

#### Примѣръ для вычисленія.

Послѣ предварительной пробы, вода содержитъ болѣе 20 млгр.  $\text{NH}_3$  на литръ;

I. 2 куб. с. сточной воды (изъ отстоя).	II. 2 куб. с. раст. $\text{NH}_4\text{Cl}$ (=0,1 млгр. $\text{NH}_3$ )
97 куб. с. дистил. воды	97 куб. с. дистил. воды
1 куб. с. реактива Несслера	1 куб. с. реактива Несслера

Послѣ установки 75 к. с. = 100 к. с.

$$\frac{75 \cdot 2}{100} = 1,5 \text{ к. с. сточной воды соотвѣтствуетъ } 0,1 \text{ млгр. } \text{NH}_3$$

$$\text{слѣд., } \frac{0,1 \cdot 1000}{1,5} = 66,7 \text{ млгр. } \text{NH}_3 \text{ содержится въ литрѣ воды.}$$

#### Амміакъ.

Дестилляція съ магнезіей.

При описаніи способа опредѣленія альбуминоидъ-амміака указанъ методъ опредѣленія амміака при дестилляціи съ магнезіей. При маломъ содержаніи амміака въ водѣ приходится отгонять отъ  $\frac{1}{2}$  до 1 литра воды. Вычисленіе производится также, какъ и при вычисленіи альбуминоидъ-амміака.

По поводу методовъ опредѣленія амміака.

Колориметрической методъ даетъ довольно точные результаты при изслѣдованіи питьевыхъ водъ. При анализѣ сточныхъ водъ точность колориметрическаго метода зависитъ, съ одной стороны,

отъ количественнаго содержанія амміака, съ другой стороны, отъ присутствія веществъ, не осаждающихся отъ ѣдкой и углекислой щелочей, и образующихъ осадки съ реактивомъ Несслера или вообще нарушающихъ правильность окраски въ Генеровскихъ цилиндрахъ. Таковы—красящія вещества, альдегиды (уксусный и формальдегидъ), кетоны (ацетонъ), углеводы и н. др. Присутствіе перечисленныхъ веществъ въ сточныхъ водахъ всегда возможно. При небольшомъ содержаніи амміака въ сточной водѣ присутствіе упомянутыхъ веществъ, нарушающихъ правильность реакціи, сильно отражается на точности метода.

При этомъ глазъ наблюдателя долженъ привыкнуть къ колориметрическимъ опредѣленіямъ амміака и полезно иногда провѣрять себя дистилляціоннымъ методомъ, каковой методъ вообще заслуживаетъ предпочтенія при единичныхъ анализахъ. При дистилляціонномъ методѣ опредѣленія амміака возможна нѣкоторая неточность въ тѣхъ случаяхъ, когда избытокъ щелочи (магnezіи) отщепляетъ отъ легко разлагающихся азотистыхъ веществъ небольшое количество амміака.

### Азотистая кислота.

Качественная реакція.

1. Къ 200 куб. сант. сточной воды, помѣщенной въ цилиндръ съ хорошо притертой стеклянной пробкой, прибавляютъ 10 капель амміака. Если вода содержитъ сѣроводородъ, то прибавляютъ для осажденія не большое количество раствора уксусно-кислаго свинца. Въ цилиндръ вода отстаивается до полного освѣтленія, тогда пипеткой отбираютъ въ пробирку 10 куб. сант. освѣтленной жидкости и туда-же вливаютъ нѣсколько капель разбавленной сѣрной кислоты (1+3) и 1 куб. сант. іодно-цинковаго крахмального клейстера. Въ присутствіи азотистой кислоты жидкость въ теченіе трехъ минутъ, въ защищенномъ отъ прямыхъ солнечныхъ лучей мѣстѣ, принимаетъ синюю окраску. Эта реакція не примѣнима, если въ водѣ находятся вещества, выдѣляющія іодъ (хлораты, не осѣвшая окись желѣза, хроматы и др.).

Окраска, наступившая послѣ трехъ минутъ, не можетъ служить доказательствомъ присутствія азотистой кислоты. Въ присутствіи сульфитовъ и др. веществъ, растворяющихъ іодъ, реакція не наступаетъ.

2. Въ присутствіи веществъ, выдѣляющихъ іодъ, приходится видоизмѣнить методъ открытія азотистой кислоты слѣдующимъ образомъ:

50 куб. сант. сточной воды вливаютъ въ небольшую Эрленмейеровскую колбу (вмѣст. 100 куб. сант.), всыпаютъ немного (на кончикъ ножа) тонкаго порошка желѣзнаго купороса и прибавляютъ 1 куб. сант. разбавленной сѣрной кислоты. Закрывъ колбу обыкновенной пробкой, хорошо ее взбалтываютъ въ теченіе нѣсколькихъ

минуть, затѣмъ вставляютъ въ горло колбы пробку, къ которой на внутренней ея сторонѣ прикрѣплена полоска фильтровальной бумаги, смоченной растворомъ іодно-цинковаго крахмального клейстера, при чемъ полоска не должна смачиваться содержимымъ колбы. Въ присутствіи азотистой кислоты (болѣе, чѣмъ 2 млгр. на литръ) бумажка окрашивается въ синій цвѣтъ; окраска можетъ наступить въ теченіе отъ 2—3 минутъ до 1½ часа.

Эта реакція гораздо точнѣе предыдущей, такъ какъ на іодно-цинковую бумажку реагируютъ только газы, не окисляющіе сѣрнокислую закись желѣза.

### Опредѣленіе.

Въ Генеровскій цилиндръ (кранъ у дна) вливаютъ 1, 2, 5 или болѣе куб. сант. отстоявшейся послѣ прибавленія амміака, сточной воды, смотря по большому или меньшему содержанію азотистой кислоты, доливаютъ дистиллированной водой до мѣтки 98 куб. сант. Въ другой Генеровскій цилиндръ наливаютъ 1 или 2 куб. сант. извѣстнаго раствора азотистокислаго натрія и также наполняютъ дистиллир. водой до мѣтки 98 куб. сант. Въ оба цилиндра вливаютъ по 1 куб. сант. разбавленной сѣрной кислоты (1+3) и хорошо взбалтываютъ, затѣмъ прибавляютъ еще по 1 куб. сант. іодно-цинковаго крахмального клейстера.

Жидкости въ цилиндрахъ осторожно взбалтываютъ и, по истеченіи трехъ минутъ, приступаютъ къ сравненію интенсивности окраски, при чемъ изъ болѣе интенсивно окрашеннаго цилиндра выпускаютъ жидкость до полного равенства оттѣнковъ въ обоихъ цилиндрахъ. Если приходится вылить болѣе 50 куб. сант., то опредѣленіе повторяютъ, прибавляя въ цилиндръ то или другое необходимое количество извѣстнаго раствора азотистокислаго натрія.

### Примѣръ для вычисленія:

I. Цилиндръ.		II. Цилиндръ.	
10 куб. с.	сточной воды.	1 куб. с.	раств. азотист. натрія = 0,01 млгр. N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
88 "	" " дистилл. воды.	97 "	" " дистилл. воды.
1 "	" " сѣрн. кислоты (1+3).	1 "	" " сѣрн. кислоты (1+3).
1 "	" " іодно-цинковаго крахмального клейстера.	1 "	" " іодно-цинковаго крахмального клейстера.

---


$$95 \text{ куб. с.} = 100 \text{ куб. с.}$$

Тогда  $\frac{10 \cdot 95}{100} = 9,5$  куб. с. сточной воды содержатъ 0,01 млгр.

N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, или литръ содержитъ 1,1млгр. N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Открытие и определение азотистой кислоты всецѣло зависитъ отъ присутствія или отсутствія въ сточной водѣ легко окисляющихся, выдѣляющихъ іодъ, тѣлъ и сильныхъ окислителей. Воды промышленныхъ заведеній очень часто содержатъ указанная тѣла, мѣшающія точности опредѣленія азотистой кислоты, а именно сульфиты, гипосульфиты, хлораты, гипохлориты, хроматы, а также окись желѣза, не выпадающая отъ амміака.

## Азотная кислота.

Качественная реакція.

### I. Въ присутствіи или отсутствіи азотистой кислоты.

Lunge <sup>1)</sup>, Winkler <sup>1)</sup>.

Въ маленькую Эрленмейеровскую колбу наливаютъ 3 куб. с. чистой концентрированной сѣрной кислоты и при постоянномъ взбалтываніи добавляют по каплямъ 1 куб. с. освѣтленной амміакомъ сточной воды (см. азотистую кислоту). Колбу охлаждаютъ и въ жидкости растворяютъ крупинку (около 0,02 грм.) химически чистаго бруцина. Въ присутствіи азотной кислоты появляется красная окраска, переходящая въ желтую. При этой реакціи необходимо продѣлать предварительныя испытанія чистоты реактивовъ: съ одной стороны смѣшиваютъ сточную воду съ крѣпкой сѣрной кислотой, а съ другой стороны дистиллированную съ крѣпкой сѣрной кислотой и бруциномъ, и въ обоихъ случаяхъ жидкость должна оставаться безцвѣтной.

Другія окислительныя тѣла, какъ хлораты, гипохлориты, хроматы и пр., также могутъ давать окраску съ бруциномъ.

### II. Въ отсутствіи азотистой кислоты.

Профильтрованную сточную воду выпариваютъ до одной пятой части объема и 5 куб. с. сгущенной воды насыщаютъ при обыкновенной температурѣ желѣзнымъ купоросомъ. Насыщенный растворъ желѣзнаго купороса въ сточной водѣ осторожно вливаютъ въ пробирку съ 5 куб. с. крѣпкой сѣрной кислоты. Въ присутствіи азотной кислоты довольно скоро или черезъ нѣкоторое время въ мѣстѣ соприкосновенія кислоты и воды появляется красно бурое кольцо. Необходимо продѣлать предварительный опытъ безъ желтаго купороса. Небольшое количество окисляющихся веществъ не мѣшаетъ реакціи. Въ отсутствіи окисляющихся веществъ т. е. вода не даетъ реакціи, съ іодно-калиево-крахмальнымъ крейстеромъ, реакція съ бруциномъ или дифениламинономъ предпочтительнѣе описываемой.

Если вода сильно окрашена или окраска наступаетъ при обугливаніи органическихъ веществъ въ водѣ сѣрной кислотой, то

<sup>1)</sup> Z. f. angew. Chemie 1894, S. 345; 1902 S. 1,170.

10 куб. с. воды подкисляютъ разбавленной сѣрной кислотой, прибавляютъ кусочекъ цинка и нѣсколько капель іодно-цинковаго крахмального клейстера. Въ присутствіи азотной кислоты появляется синяя окраска жидкости.

### Опредѣленіе азотной кислоты вмѣстѣ съ азотистой.

Колориметрическій способъ (Lunge<sup>1)</sup>, Winkler<sup>2)</sup>, Noll<sup>3)</sup>.

По Noll'ю

Въ фарфоровой чашкѣ смѣшиваютъ 10 куб. с. чистой сточной воды или смотря по обстоятельствамъ разбавленной дистиллированной водой, содержащей въ 10 куб. с. объема не болѣе 0,5 млгрм.  $N_2O_5$ , съ 20 куб. с. раствора бруцина въ сѣрной кислотѣ (см. реактивы). Смѣсь оставляютъ стоять  $\frac{1}{4}$  минуты и затѣмъ вливаютъ въ Генеровскій цилиндръ, содержащій 73 куб. с. дистиллированной воды.

Въ другой Генеровскій цилиндръ съ 73 куб. с. дистил. воды вливаютъ также изъ фарфоровой чашки нижеслѣдующіе растворы.

5 куб. с. раствора азотнокислаго калия (= 0,5 млгр. $N_2O_5$ ).

5 куб. с. дистиллир. воды.

20 куб. с. раствора бруцина въ сѣрной кислотѣ.

$\frac{1}{4}$  мин. оставляютъ стоять въ фарфоровой чашкѣ.

Хорошо взбалтывая оба Генеровскихъ цилиндра, изъ болѣе интенсивно окрашеннаго цилиндра сливаютъ жидкость до равенства оттѣнковъ обоихъ цилиндровъ, при этомъ, выливая болѣе 50 куб. с. жидкости, приходится повторить опредѣленіе при другомъ количествѣ сравниваемой азотной кислоты.

Время дѣйствія бруцина на азотную кислоту въ сравниваемыхъ растворахъ должно быть строго одинаково.

### Примѣръ для вычисленія.

I Цилиндръ Генера

10 куб. с. сточной воды  
20 " " р. бруцина въ  $H_2SO_4$  }  
73 " " дистил. воды.

II Цилиндръ Генера.

2 куб. с. раствора азотнокислаго калия (0,2 млгр.  $N_2O_5$ ).  
8 куб. с. дистил. воды.  
20 " " раствора бруцина въ  $H_2SO_4$ .  
73 куб. с. дистил. воды.

Изъ I цилиндра для равенства оттѣнковъ сливаютъ 20 куб. с. жидкости, слѣд. 80 куб. с. разбавл. сточной воды, отвѣчающей 8 куб. с. сточной воды, содержитъ 0,2 млгрм.  $N_2O_5$ .

1 литръ сточной воды содержитъ 25 млгрм.  $N_2O_5$ .

<sup>1)</sup> Lunge (l. c.).

<sup>2)</sup> Winkler, Ch. Zt. 1899, S. 454; 1901, S. 586.

<sup>3)</sup> Noll, Z. f. angew. Ch. 1901, S. 1317.

Эта реакція примѣнима, если сѣрная кислота сама по себѣ не даетъ окраски сточной воды и нѣтъ другихъ окислительныхъ веществъ.

### Способъ Schulze—Tiemann'a.

250 куб. с. сточной воды нейтрализуютъ, выпариваютъ въ чашкѣ до объема 50 куб. с., и сливаютъ въ круглую колбу А (рис. 2), при чемъ чашку промываютъ дестилір. водой въ ту же колбу.

Колба А, емкостью около 150 куб. с., закупорена гуттаперчевой пробкой, чрезъ которую проходятъ двѣ стеклянныя трубки *abc* и *efg*. Трубка *abc* опускается ниже изъ пробки на 2 сант. въ колбу слегка оттянутымъ концомъ; трубка *efg* оканчивается наравнѣ съ пробкой. При этомъ трубка *abc* у *c* соединена каучуковой трубкой съ зажимомъ съ прямой трубочкой *d*, другая же труба *efg* у *g* также каучуковой трубкой съ зажимомъ соединяется съ трубкой *h*, загнутой на концѣ вверхъ.

Ванна В и измѣрительная, раздѣленная на  $\frac{1}{10}$  куб. с., трубка С наполнены прокипяченнымъ 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> растворомъ ѣдкаго натра.

Испытуемую воду въ колбѣ А кипятятъ при открытыхъ зажимахъ, пока не будетъ вытѣсненъ изъ колбы весь воздухъ; тогда трубку *abcd* вставляютъ въ прокипяченую дестилір. воду, трубку *efgh* въ ванну В съ свѣже-прокипяченнымъ растворомъ ѣдкаго натра. Затѣмъ закрываютъ зажимъ у *g* и выпариваютъ воду до объема 10 куб. с. и закрываютъ зажимъ у *c*.

Затѣмъ трубку *cd* съ дестилір. водой опускаютъ въ стаканъ, наполненный прокипяченнымъ насыщеннымъ растворомъ хлористаго желѣза. Трубочка *gh* вставляется изогнутымъ концомъ въ измѣрительную трубку *c*, наполненную прокипяченнымъ 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> растворомъ ѣдкаго натра. При помощи зажима *c* черезъ трубку *cd* осторожно вгоняется въ колбу А давленіемъ наружнаго воздуха отъ 10—12 куб. с. р. хлористаго желѣза. Тѣмъ же способомъ вводятъ въ колбу 15 к. с. концентрированной соляной кислоты, слѣдя за тѣмъ, чтобы въ колбу при этомъ не проникъ воздухъ. Закрываютъ зажимъ у *c* и, слегка нагрѣвая колбу, осторожно открываютъ зажимъ у *g*.

Когда окись азота начнетъ спокойно выдѣляться, усиливаютъ нагрѣваніе, которое продолжаютъ до тѣхъ поръ, пока уже болѣе не будетъ наблюдаться увеличеніе объема газа въ измѣрительной трубкѣ. Тогда удаляютъ трубку *gh*, закрываютъ отверстіе измѣрительной трубки фарфоровой чашечкой, наполненной растворомъ ѣдкаго натра и переносятъ трубку *c*, въ высокій цилиндръ, наполненный водой, температуры 15—18° С.

По истеченіи 15 минутъ записываютъ температуру воды и барометрическое давленіе воздуха и отмѣчаютъ количество куб. с. окиси азота, при чемъ вода въ трубкѣ *c* и цилиндрѣ должна быть строго на одномъ уровнѣ.

## Вычисление.

Объемъ газа окиси азота по нижеслѣдующей формулѣ приводятъ къ 0°С и 760 м.м. барометрическаго давления.

$$V_0 = \frac{V \cdot (B - f) \cdot 273}{760 \cdot (273 + t^0)}$$

$V_0$  — объемъ газа при 0°С и 760 м.м. давления

$V$  — отсчитанный объемъ.

$B$  — барометрическое давление во время опыта.

$t^0$  — температура воды въ градусахъ Цельсія.

$f$  — упругость пара при  $t^0$ .

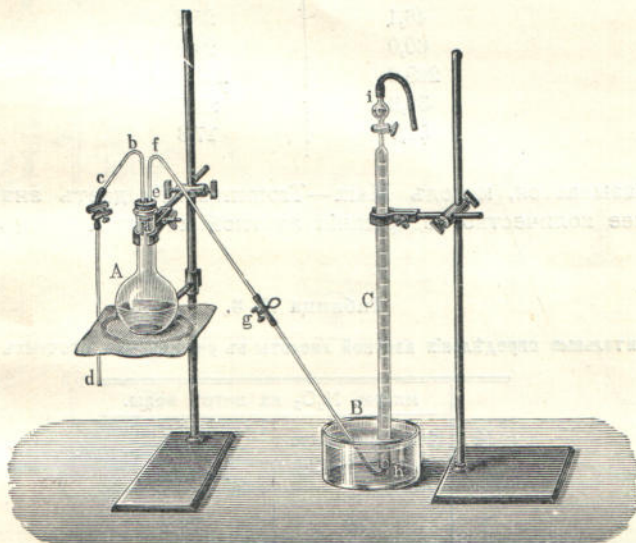


Рис. 2.

1 куб. с. окиси азота соотвѣтствуетъ 2,414 млгр.  $N_2O_5$ . Сохраніе азотной кислоты въ водѣ дается въ млгр.  $N_2O_5$  на литрѣ.

## Примѣръ.

250 куб. с. сточной воды выдѣлили 9,2 к. с. окиси азота

$B = 750$  мм.;  $t^0 = 16,0^0$ ;  $f = 13,5$

$$V_0 = \frac{9,2 \cdot (750 - 13,5) \cdot 273}{760 \cdot (273 + 16,0)} \text{ куб. с.} = 8,42 \text{ куб. с.}$$

250 куб. с. сточной воды содержатъ  $8,42 \times 2,414 = 20,33$  млгр.  $N_2O_5$ .

1 литрѣ сточной воды содержитъ  $4 \times 20,33 = 81,32$  млгр.  $N_2O_5$ .

Описанные способы опредѣленія азотистой и азотной кислоты, какъ и всѣ здѣсь изложенные методы <sup>1)</sup> были тщательно провѣрены въ Гамбургскомъ Гигиеническомъ Институтѣ, при чемъ были произведены тамъ сравнительныя наблюденія надъ методомъ Schulze-Tiemann'a и Marx-Trommsdorff'a (растворомъ индиго), а также колориметрическимъ методомъ по Noll'ю.

Таблица № 2.

Сравнительныя опредѣленія азотной кислоты въ очищенныхъ сточныхъ водахъ.

Содержаніе азотной кислоты въ млгр. на 1 литръ	
по Schulze-Tiemann'y	по Marx-Trommsdorff'y
46,1	25,7
60,0	24,0
228,2	264
59,3	29,6
54,7	17,3

Оказывается, методъ Marx—Trommsdorff'a даетъ значительно меньшее количество содержанія азотной кислоты.

Таблица № 3.

Сравнительныя опредѣленія азотной кислоты въ очищенныхъ сточныхъ водахъ.

№	млгрм. N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> на литръ воды.	
	Колориметрически по Noll'ю.	Газометрически по Schulze-Tiemann'y
1	78	76,2
2	108	116,4
3	60	57,9
4	84	82,1
5	65	63,9
6	75	72,4
7	40	36,2

Что же касается колориметрическаго метода Noll'я, то таковой даетъ вполне удовлетворительные результаты, мало отличающіеся отъ результатовъ, полученныхъ по газометрическому способу Schulze-Tiemann'a (см. таб. № 3).

<sup>1)</sup> Описанные методы примѣняются также въ лабораторіи Всероссійскаго общества сахарозаводчиковъ.



## Органическій углеродъ.

Какъ мы указывали выше, количество израсходованнаго на окисленіе марганцово-кислаго калия не даетъ понятія о природѣ органическихъ веществъ, и въ нѣкоторыхъ случаяхъ зависитъ еще отъ присутствія неорганическихъ веществъ (азотистыя и сѣрнистыя соединенія и соли закиси желѣза). При этомъ методѣ, въ особенности при большомъ разведеніи сточной воды, довольно трудно избѣжать ошибки и для болѣе полного сужденія о природѣ органическихъ веществъ необходимо опредѣлять количество органическаго углерода.

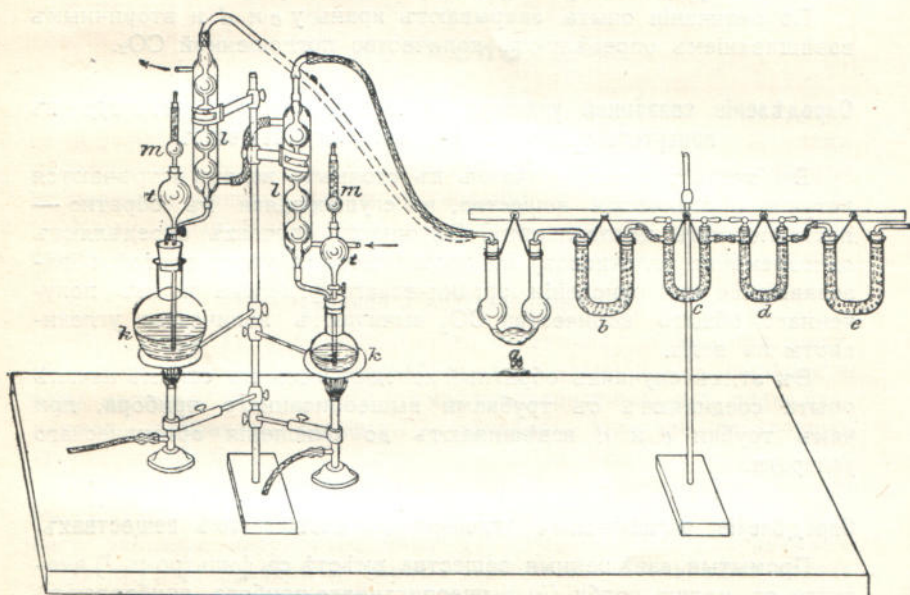


Рис. 3.

## Опредѣленіе органическаго углерода въ фильтрованной водѣ.

по König'y <sup>1)</sup>.

Въ большую круглую колбу (*к*) вливаютъ 250 к. с. фильтрованной воды и 10 к. с. разбавленной сѣрной кислоты, закрываютъ колбу гуттаперчевой пробкой съ вставленнымъ обратнымъ холодильникомъ и кипятятъ около  $\frac{1}{2}$  часу до полного удаленія образующейся углекислоты.

Въ охлажденную колбу прибавляютъ 2—3 грм.  $\text{KMnO}_4$  и 10 к. с. 20% раствора сѣрнокислой ртути. Затѣмъ вставляютъ

<sup>1)</sup> Zeit. f. Unt. der Nahr—und Genussm. 1901, S. 193.

обратный холодильникъ, конецъ котораго соединяютъ съ трубкой Péligot (*a*). Трубка (*a*) наполнена крѣпкой сѣрной кислотой, а послѣдующія присоединенныя трубки: *b*—хлористымъ кальціемъ; *c* и *d*—ѣдкимъ натромъ; *e*—наполовину ѣдкимъ натромъ, наполовину хлористымъ кальціемъ. Соединивъ весь аппаратъ, начинаютъ нагрѣвать и, въ видахъ равномернаго прохожденія воздуха чрезъ трубки, весьма медленно доводятъ жидкость до кипяченія. Водяные пары сгущаются въ обратно-поставленномъ холодильнике. а также въ трубкахъ *a* и *b*. Выдѣляющаяся углекислота поглощается въ взвѣшенныхъ трубкахъ *c* и *d*. По окончаніи газоотдѣленія, открываютъ кранъ раздѣлительной воронки (*t*), наполненной ѣдкимъ натромъ и протягиваютъ аспираторомъ въ теченіи полчаса воздухъ чрезъ слабо-кипящую жидкость.

По окончаніи опыта, закрываютъ краны у *c* и *d* и вторичнымъ взвѣшиваніемъ опредѣляютъ количество поглощенной  $\text{CO}_2$ .

### Опредѣленіе связанной углекислоты и органическаго углерода въ присутствіи летучихъ органическихъ веществъ.

Въ очень рѣдкихъ случаяхъ въ сточныхъ водахъ встрѣчаются летучія органическія вещества, не сгущающіяся въ обратно—поставленномъ холодильнике. Въ такихъ случаяхъ опредѣляютъ одновременно углекислоту въ водѣ вмѣстѣ съ углекислотой, образовавшейся при окисленіи органическаго углерода и изъ полученнаго общаго количества  $\text{CO}_2$  вычитаютъ количество углекислоты въ водѣ.

Въ этихъ случаяхъ обратный холодильникъ въ самомъ началѣ опыта соединяютъ съ трубками вышеописаннаго прибора, при чемъ трубки *c* и *d* взвѣшиваютъ до окисленія органическаго углерода.

### Опредѣленіе органическаго углерода въ взвѣшенныхъ веществахъ.

Промытыя взвѣшенныя вещества вмѣстѣ съ фильтромъ <sup>1)</sup> вносятся въ малую колбу (*k*) вышеописаннаго прибора, прибавляютъ 10 к. с. 20% раствора сѣрнокислой ртути и 5 гр. хромовой кислоты и при сильномъ токъ холодной воды въ холодильникъ, соединенномъ съ аппаратомъ, приливаютъ изъ раздѣлительной воронки (*t*) 50 куб. с. крѣпкой сѣрной кислоты и далѣе поступаютъ, какъ указано выше.

При этомъ взвѣшенныя вещества могутъ содержать карбонаты напр.,  $\text{CaCO}_3$ , что, конечно, надо имѣть въ виду.

#### Примѣръ для вычисленія.

Умножая количество найденной углекислоты на 0,2728, получаемъ количество углерода.

<sup>1)</sup> Лучше на азбестовомъ фильтрѣ.

Примѣръ 1. Летучія органическія вещества отсутствуютъ.

Органической углеродъ изъ 250 к. с, сточной воды выдѣлилъ:  
31,0 млгр.  $\text{CO}_2$ , слѣд. сточная вода содержитъ:

$31,0 \times 0,2728 \times 4 = 33,8$  млгр. органическаго углерода на литръ.

Примѣръ 2. Общее количество органическаго углерода—связанная углекислота.

Изъ 250 к. с. сточной воды выдѣлилось 68,0 млгр.  $\text{CO}_2$

Углекислоты въ водѣ . . . . . 32,0 „  $\text{CO}_2$

Углекислоты изъ органическаго углерода 36,0 млгр.  $\text{CO}_2$  въ 250 к. с.

Сточная вода содержитъ на 1 литръ

$36,0 \times 0,2728 \times 4 = 39,3$  млгр. органическаго углерода.

## Углекислота.

### а) Связанная $\text{CO}_2$ .

Къ 100—200 к. с. сточной воды прибавляютъ 1—2 капли раствора метиль-оранжа и титруютъ  $\frac{1}{10}$  норм. р. сѣрной кислоты до перехода желтаго цвѣта въ гвоздично-красный.

Каждый израсходованный куб. с.  $\frac{1}{10}$  норм. р.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  соотвѣтствуетъ 2,2 млгр.  $\text{CO}_2$ .

### б) Свободная и полусвязанная $\text{CO}_2$ .

Прибавляя къ водѣ, содержащей углекислоту, баритовую воду, на каждую молекулу свободной и полусвязанной  $\text{CO}_2$  выпадаетъ одну молекулу  $\text{BaCO}_3$ . При этомъ предварительно изъ воды удаляются карбонаты, сульфаты и фосфаты щелочей растворомъ хлористаго барія.

На мѣстѣ отбора пробы вливаютъ 150 куб. с. сточной воды въ склянку съ 45 куб. с. баритовой воды и 5 куб. с. нейтральнаго раствора хлористаго барія (1 : 10). Склянку закрываютъ гуттаперчевой пробкой и, хорошо взболтавъ, оставляютъ стоять на 24 часа.

Изъ отстоя пипеткой осторожно отбираютъ, не захватывая осадка, 50 куб. с. жидкости и, по прибавленіи метиль-оранжа титруютъ  $\frac{1}{10}$  норм. раств. сѣрной кислоты.

Титръ баритовой воды устанавливается точно предъ каждымъ опытомъ.

Надо имѣть въ виду, что баритовая вода выдѣляетъ изъ солей магнія гидратъ окиси магнія.

### с) Свободная $\text{CO}_2$ .

Обозначивъ связанную  $\text{CO}_2$  чрезъ *a*, свободную и полусвязанную  $\text{CO}_2$  чрезъ *b*, мы можемъ имѣть слѣдующія комбинаціи:

1.  $a = 0$ , въ такомъ случаѣ.

*b*... свободная углекислота.

2.  $a > b$  или  $a = b$ .

$b$ ... соотвѣт. только полусвязанной углекислоты и свободная  $\text{CO}_2$  отсутствуютъ.

3.  $a < b$ .

Полусвязанной углекислоты столько же, сколько и связанной. Свободная  $\text{CO}_2 = b - a$ .

#### Примѣръ для вычисления.

а) Титръ 45 куб. с. баритовой воды = 48,0 куб. с.  $\frac{1}{10} \text{H}_2\text{SO}_4$ .

б) 50 куб. с. отстоявшейся воды требуютъ 9,8 куб. с.  $\frac{1}{10} \text{H}_2\text{SO}_4$ .

с) Сточная вода на 1 литръ содержитъ 12,0 млгрм.  $\text{MgO}$ .

1 куб. с.  $\frac{1}{10}$  норм. р.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  соотвѣтствуетъ 2,2 млгрм.  $\text{CO}_2$ .

$48 - 9,8 \times 4 = 8,8$  куб. с.  $\frac{1}{10} \text{H}_2\text{SO}_4$ , что соотвѣтствуетъ  $8,8 \times 2,2 = 19,36$  млгр.  $\text{CO}_2$  (свободной и полусвязанной) въ 150 куб. с. сточной воды. Такъ какъ вода содержитъ 12,0 млгр.  $\text{MgO}$  на литръ, то  $12,0 \times 1,1 = 13,2$  млгр.  $\text{CO}_2$  придется вычесть изъ содержанія ея на литръ.

Такимъ образомъ сточная вода содержитъ

$$\frac{19,36 \cdot 1000}{150} - 13,2 = 115,9 \text{ млгр.}$$

свободной и полусвязанной углекислоты на 1 литръ.

Опредѣленіе связанной углекислоты путемъ титрованія не даетъ вполне точныхъ результатовъ, такъ какъ многія слабыя кислоты реагируютъ на метиль-оранжъ, какъ напр. фосфорная, сѣрнистая, борная, органическія кислоты и др. При опредѣленіи свободной и полусвязанной углекислоты баритовой водой также трудно избѣжать ошибокъ въ виду разложенія баритовой воды другими соединеніями.

Вѣсовой анализъ углекислоты даетъ наиболѣе точные результаты и при опредѣленіи ея можно пользоваться вышеописаннымъ приборомъ König'a для опредѣленія органическаго углерода. Летучіе продукты кислой реакціи (сѣроводородъ, хлоръ, азотистая кислота) вносятъ ошибку въ вѣсовое опредѣленіе углекислоты и желательно предварительно удалять ихъ.

#### Кислородъ (растворенный въ водѣ).

Общеупотребительный методъ Winkler'a опредѣленія свободного кислорода въ водѣ основанъ на слѣдующемъ:

Выпадающая въ присутствіи щелочей водная закись марганца быстро поглощаетъ весь растворенный въ водѣ кислородъ, переходя при этомъ въ водную окись марганца.

Если на послѣднюю подѣйствовать соляной кислотой, то образуется хлористый марганецъ и выдѣляется свободный хлоръ. При прибавленіи іодистаго калия хлоромъ вытѣсняется эквивалентное

кислороду количество свободнаго іода, которое опредѣляется титрованіемъ растворомъ сѣрноватисто-кислаго натра.

На мѣстѣ отбора пробы воды склянку, темнаго стекла, съ хорошо-притертой стеклянной пробкой и стекляннымъ колпачкомъ, до верху наполняютъ испытуемой сточной водой. Затѣмъ быстро вводятъ пипеткой съ длиннымъ оттянутымъ концомъ 1 куб. с. раствора хлористаго марганца и 1 куб. с. раствора ѣдкаго натра <sup>1)</sup>, быстро запираютъ пробкой, избѣгая образованія воздушныхъ пузырьковъ, а также надѣваютъ колпачекъ, наполненный до верху водой. Если вода богата углекислотой, то прибавляютъ указанныхъ растворовъ по 2 куб. с., такъ какъ  $MnCO_3$  труднѣе окисляется кислородомъ. Далѣе сильно взбалтываютъ воду и оставляютъ стоять нѣкоторое время для полнаго осажденія. По истеченіи двухъ часовъ длинной пипеткой вливаютъ на дно 5 куб. с. концентрированной соляной кислоты и вводятъ 0,5 грм. іодистаго калия въ кристаллахъ, закрываютъ пробкой, не принимая во вниманіе вылившейся воды.

Послѣ полнаго растворенія, осадка, переводятъ содержимое склянки и промывныя воды въ Эрленмейеровскую колбу и титруютъ выдѣлившейся іодъ  $\frac{1}{100}$  норм. р. сѣрноватисто-кислаго натра при индикаторѣ—крахмальномъ клейстерѣ. 1 куб. с.  $\frac{1}{100}$  норм. р. сѣрноватисто-кислаго натра соотвѣтствуетъ 0,055825 куб. с. кислорода (при 0° и 760 м/м давленія).

Обозначивъ объемъ склянки, отсчитавъ 2 или 4 куб. с. прибавленныхъ реактивовъ, чрезъ  $V$ , а израсходованное количество куб. ц.  $\frac{1}{100}$  норм. р. сѣрноватисто-кислаго натра чрезъ  $n$ , то содержаніе кислорода въ литрѣ воды можно выразить слѣдующей формулой:

$$\frac{0,055825 \cdot n \cdot 1000}{V}$$

При частомъ опредѣленіи кислорода для каждой склянки вычисляютъ ея коэффициентъ  $= \frac{0,55825 \cdot 1000}{V}$ , на который множатъ израсходованное количество  $\frac{1}{100}$  норм. р. сѣрноватисто-кислаго натра.

Вышеописанный способъ примѣняется при относительно чистыхъ водахъ; при испытаніи же сточныхъ водъ необходимо вводить поправку, такъ какъ выдѣляющійся свободный хлоръ поглощается загрязненной водой и, благодаря этому, получаемъ меньшее количество кислорода, чѣмъ въ дѣйствительности.

Поправка вводитъ на основаніи опредѣленія количества хлора, поглощаемаго сточной водой.

Въ большую колбу вливаютъ:

<sup>1)</sup> См. Реактивы и растворы стр. 49.

- 1 куб. с. раствора хлористаго марганца.
- 1 куб. с. раствора ѣдкаго натра.
- 10 куб. с. дистиллированной воды.

взбалтываютъ нѣкоторое время и прибавляютъ

- 10 куб. с. концентрир. соляной кислоты.
- 500 куб. с. дистиллиров. воды.

Изъ этого свѣжеприготовленнаго раствора *хлорнаго* марганца отбираютъ по 100 куб. с. и смѣшиваютъ въ одной склянкѣ съ 100 куб. с. дистиллированной воды, въ другой съ 100 куб. с. испытуемой воды и черезъ три минуты прибавляютъ по 1,0 гр., іодистаго калия и опредѣляютъ количество выпавшаго іода титрованіемъ сѣрноватистокислымъ натромъ. Полученная разница при титрованіи и дасть ту поправку, которую придется прибавить при опредѣленіи кислорода.

#### Примѣръ для вычисленія.

Объемъ склянки (безъ 2 куб. с. реактивовъ) = 242,0 куб. с.

При титрованіи этой воды израсходовано 9 куб. с.  $\frac{1}{100}$  н. р. сѣрноватистокислаго натра.

$$1 \text{ лтр. сточной воды } \frac{9,0 \cdot 1000}{242} = 37,2 \text{ куб. с. } \frac{1}{100} \text{ норм. р. Na}_2\text{S}_2\text{O}_3.$$

#### Поправка при опредѣленіи кислорода.

100 куб. с. раствора хлорнаго марганца требовали:

- a) съ 100 куб. с. дистилир. воды . . . 16,0 куб. с.  $\frac{1}{100}$  н. р.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .
- b) съ 100 " " сточной " . . . 15,5 " " " "

	0,5	"	"	"
Слѣдов. на 1 литръ . . . . .	5	"	"	"

И содержаніе кислорода равно:

$$(37,2 + 5,0) \times 0,055825 = 2,36 \text{ куб. с. O на 1 лтр. сточной воды.}$$

#### Связанный хлоръ.

Опредѣленное количество нейтрализованной сточной воды (отъ 10—50 куб. с.), разбавленное дистиллированной водой титруютъ растворомъ азотнокислаго серебра (1 куб. с. = 1 млгр. Cl) при индикаторѣ—хромовокисломъ калиѣ (1 + 9). до появленія красноватаго окрашиванія.

Сѣроводородъ удаляется предварительно кипяченіемъ.

Сильно загрязненные воды обезцвѣчиваютъ кипяченіемъ <sup>1)</sup> 100 куб. с. воды съ нѣсколькими кристалликами марганцово-кислаго калия и свѣтлый фильтратъ титруютъ растворомъ азот-

<sup>1)</sup> König, Unters. landw. u. gew. wicht. Stoffe. S. 655. 2 Aufl.

ноксилаго серебра. Избытокъ хамелеона удаляется нѣсколькими каплями алкоголя. При этомъ необходимо провѣрять реакцію фильтрата, такъ какъ при большомъ расходѣ хамелеона фильтратъ приобретаетъ щелочную реакцію.

Можно примѣнять еще вѣсовой методъ опредѣленія хлора, а также методъ Фольгарда <sup>1)</sup>.

#### Примѣръ для вычисленія.

10 куб. с. сточной воды, разбавленной 40 куб. с. дестиллир. воды потребовали 6,2 куб. с. раствора азотноксилаго серебра (1 куб. с. р.  $\text{AgNO}_3 = 1$  млгр. Cl), откуда 1 литръ сточной воды содержитъ 620 млгр. хлора.

#### Свободный хлоръ.

Свободный хлоръ или хлорноватистая и хлорноватая кислоты могутъ встрѣчаться въ водахъ промышленныхъ заведеній, работающихъ съ бѣлильной известью.

Появленіе синей окраски при прибавленіи растворовъ іодистаго калия, соляной кислоты и крахмального клейстера доказываетъ присутствіе свободного хлора, при чемъ, конечно, должны отсутствовать другіе окислители.

Для опредѣленія хлорноватистыхъ солей поступаютъ слѣдующимъ образомъ: къ 10 куб. с. воды прибавляютъ нѣсколько капель 2<sup>0</sup>/<sub>0</sub> воднаго раствора анилина и подкисляютъ уксусной кислотой. Въ присутствіи хлорноватистыхъ солей жидкость сначала окрашивается въ фіолетовый цвѣтъ, а затѣмъ въ грязножелтый.

При количественномъ опредѣленіи, къ 250 куб. с. сточной воды прибавляютъ 1 грм. іодистаго калия, подкисляютъ соляной кислотой и титруютъ выпавшій іодъ  $\frac{1}{10}$  норм. р. сѣрноватистоксилаго натра при крахмальномъ индикаторѣ. Каждый израсходованный куб. с.  $\frac{1}{10}$  норм. р. сѣрноватистоксилаго натра соотвѣтствуетъ 0,003545 гр. хлора. Способъ этотъ, однако, далеко не точенъ и даетъ только приблизительные результаты.

#### Сѣроводородъ и сульфиты.

##### а) Качественное изслѣдованіе.

Въ Эрлеймейеровскую колбу вливаютъ 200 куб. с. воды и слегка прикрываютъ пробкой, къ которой прикрѣплены полоски фильтровальной бумажки, напитанной растворомъ уксусноксилаго свинца. Жидкость нагреваютъ до кипѣнія и въ присутствіи сѣроводорода бумажка окрашивается въ бурый или черный цвѣтъ. Затѣмъ жидкость нѣкоторое время кипятятъ и прибавляютъ 5 куб. с. разбавленной соляной кислоты и прикрываютъ пробкой съ свѣжей свинцовой бумажкой.

<sup>1)</sup> Liebigs, Annalen 190,24.

Въ присутствіи сѣрнистыхъ солей наступаетъ бурая или черная окраска бумажки.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ приходится руководствоваться запахомъ воды, такъ какъ свинцовая бумажка не реагируетъ.

### в) Количественное опредѣленіе.

Въ Эрленмейеровскую колбу вводятъ 250 куб. с. сточной воды, 5 куб. с. 10% раствора іодистаго калия, приливаютъ до бурой окраски 10 или болѣе куб. с.  $\frac{1}{100}$  норм. р. іода и черезъ 10 минутъ обратно титруютъ, по прибавленію крахмального клейстера,  $\frac{1}{100}$  норм. р. сѣрноватистокислаго натра. Вычитая изъ прибавленнаго количества раствора іода израсходованное количество раствора сѣрноватистокислаго натрія, получаютъ количество іода, связанное сѣроводородомъ.

1 куб. с.  $\frac{1}{100}$  норм. р. іода соотвѣтствуетъ 0,00017 гр.  $H_2S$ .

Этотъ способъ даетъ далеко не точные результаты, такъ какъ въ загрязненной водѣ могутъ находиться другія, связывающія іодъ, вещества.

### Примѣръ для вычисленія.

250 куб. с. сточной воды + 10 куб. с.  $\frac{1}{100}$  норм. р. іода при обратномъ титрованіи потребовали 7,4 куб. с.  $\frac{1}{100}$  норм. р. сѣрноватистокислаго натра.

Слѣд. вода содержитъ на 1 литръ  $(10,0 - 7,4) \times 0,00017 \times 4 = 0,001768$  гр.  $H_2S$ .

### Желѣзо.

Содержаніе желѣза въ сточной водѣ почти не играетъ никакой роли при санитарной оцѣнкѣ загрязненія. При маломъ содержаніи желѣза колориметрической методъ даетъ удовлетворительные результаты.

200 куб. с. сточной воды, 1 куб. с. соляной кислоты + нѣсколько кристалликовъ хлорноватокислаго калия выпариваютъ до суха въ фарфоровой чашкѣ. Сухой остатокъ, смоченный 1 куб. с. соляной кислоты, растворяютъ въ 50 куб. с. воды, фильтруютъ и вливаютъ въ цилиндръ Генера. Въ нѣсколькихъ измѣрительныхъ цилиндрахъ, приблизительно той же высоты, что и цилиндры Генера, помѣщаютъ для сравненія различные растворы желѣза отъ 0,25—2 млгрм.  $Fe_2O_3$  (растворъ желѣзныхъ квасцовъ) въ 90 куб. с. воды, подкисленные 1 куб. с. соляной кислоты. Затѣмъ къ испытуемой и сравниваемымъ жидкостямъ прибавляютъ по 1 куб. с. раствора роданистаго аммонія и доливаютъ всѣ цилиндры дистилір. воды до объема 100 куб. с. Слегка взбалтывая, сравниваютъ испытуемую воду съ растворами желѣза и наиболѣе подходящій по цвѣту растворъ желѣза переводятъ во второй Генеровскій цилиндръ и изъ болѣе темно окрашеннаго цилиндра выливаютъ жидкость до одинаковаго оттѣнка со сравниваемымъ цилиндромъ.



### Примѣръ для вычисленія.

I. Цилиндръ содержитъ желѣза 1 млгр.  $Fe_2O_3$ .

II. Цилиндръ содержитъ желѣзо изъ 200 куб. с. сточной воды.

Одинаковая окраска наступаетъ при спускѣ жидкости изъ I цилиндра до 85 куб. с. Слѣдоват. въ 200 куб. с. сточной воды содержится 0,85 млгр.  $Fe_2O_3$ , а въ литрѣ  $0,85 \times 5 = 4,25$  млгр.  $Fe_2O_3$ . Содержаніе желѣза въ водѣ выражается въ млгр.  $Fe_2O_3$ .

### Сѣрная кислота.

Отъ 200 до 500 куб. с. сточной воды слабо подкисляютъ соляной кислотой, выпариваютъ до четверти объема и прибавляютъ при кипяченіи небольшой избытокъ хлористаго барія (1:20). Жидкость оставляютъ стоять на нѣсколько часовъ и затѣмъ собираютъ осадокъ  $BaSO_4$  на фильтръ, тщательно промываютъ горячей водой до исчезанія реакціи на хлоръ. Осадокъ вмѣстѣ съ фильтромъ переносятъ въ платиновый тигель и, по прокаливаніи, взвѣшиваніемъ опредѣляютъ количество  $BaSO_4$ .

1 в. частица  $BaSO_4$  соотвѣтствуетъ 0,3433 вѣс. частицамъ  $SO_3$ .

### Кремнекислота.

Опредѣленное количество сточной воды выпариваютъ, полученный сухой остатокъ прокаливаютъ, смачиваютъ его слегка водой и подливаютъ небольшое количество крѣпкой соляной кислоты, закрываютъ платиновую чашку (въ присутствіи азотно-кислыхъ солей слѣдуетъ предпочесть фарфоровую чашку) часовымъ стекломъ и вторично выпариваютъ до суха. Сухой остатокъ съ разбавленной соляной кислотой нѣкоторое время нагрѣваютъ на водяной банѣ, приливаютъ горячей воды и фильтруютъ чрезъ беззольный фильтръ. Фильтръ тщательно промываютъ горячей водой до полного удаленія соляной кислоты. Осадокъ, состоящій почти исключительно изъ  $SiO_2$ , по сжиганіи фильтра, переводятъ въ платиновый тигель, прокаливаютъ и, по охлажденіи, взвѣшиваютъ.

Содержаніе кремнекислоты выражается въ миллиграммахъ  $SiO_2$  на литрѣ сточной воды.

### Окись желѣза, глиноземъ въ соединеніяхъ съ фосфорной кислотой.

Въ загрязненныхъ водахъ весьма часто встрѣчается фосфорная кислота въ соединеніи съ окисью желѣза и алюминія.

Изъ фильтрата, полученнаго при опредѣленіи кремнекислоты, удаляютъ тяжелые металлы сѣроводородомъ. Затѣмъ, прибавляя нѣсколько кристалликовъ хлорноватокислаго калия, окисляютъ соли закиси желѣза, нейтрализуютъ амміакомъ свободныя ки-

слоты и вводятъ 5 куб. с. 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> раствора уксуснокислаго аммонія и нѣсколько капель уксусной кислоты. По истеченіи нѣсколькихъ часовъ отфильтровываютъ осадокъ, который обыкновенно состоитъ изъ окиси желѣза и алюминія въ соединеніи съ фосфорной кислотой. Точное опредѣленіе этого осадка въ большинствѣ случаевъ не представляетъ особаго интереса.

### Известь.

Опредѣленіе извести можетъ быть произведено въ фильтратѣ, подкисленномъ уксусной кислотой и полученномъ при предыдущемъ опредѣленіи. При отсутствіи желѣза, (фильтратъ безцвѣтенъ и содержитъ большее или меньшее количество фосфорной кислоты) примѣняется методъ *a*.

Въ присутствіи желѣза (фильтратъ красноватаго цвѣта, фосфорной кислоты нѣтъ) примѣняется методъ *b*.

Методъ *a*. Сѣководородомъ удаляется цинкъ, фильтратъ кипятятъ нѣкоторое время и по нейтрализаціи осаждаютъ Са щавелевокислымъ аммоніемъ. По истеченіи нѣсколькихъ часовъ фильтруютъ, осадокъ промываютъ горячей водой, сжигаютъ фильтръ и золу съ осадкомъ сильно прокаливаютъ въ платиновомъ тиглѣ до постояннаго вѣса. Прокаленный осадокъ состоитъ изъ окиси кальція. Содержаніе извести въ сточной водѣ выражается въ миллиграммахъ окиси кальція на литръ.

Методъ *b*. Въ колбу съ уксуснокислымъ фильтратомъ прибавляютъ небольшой избытокъ амміака и нѣсколько капель сѣрнистаго аммонія и закрываютъ колбу. По истеченіи сутокъ отфильтровываютъ осадокъ (FeS, ZnS и др), и промываютъ водой, содержащей небольшое количество сѣрнистаго аммонія. Изъ фильтра и промывеъ удаляютъ кипяченіемъ сѣрнистый аммоній и осаждаютъ кальцій щавелевокислымъ аммоніемъ. Далѣе поступаютъ, какъ описано выше при методѣ *a*.

### Магній.

По отдѣленіи извести однимъ изъ вышеописанныхъ методовъ, фильтратъ выпариваютъ до объема 50 куб. с. и смѣшиваютъ въ стаканѣ съ 25 куб. с. амміака (уд. в. 0,96) и 5 куб. с. 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> раствора фосфорнокислаго амміака, при чемъ послѣдній прибавляется по каплямъ и при помѣшиваніи. Стаканъ закрываютъ и оставляютъ на сутки стоять. Осадокъ отфильтровываютъ и промываютъ 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub><sup>0</sup>/<sub>0</sub> растворомъ амміака до тѣхъ поръ, пока фильтратъ, при подкисленіи азотной кислотой, не будетъ давать мути отъ прибавленія азотнокислаго серебра.

Фильтръ высушиваютъ, сжигаютъ и золу съ осадкомъ сначала нагрѣваютъ на слабомъ огнѣ, а затѣмъ на сильномъ прокаливаютъ до тѣхъ поръ, пока остатокъ совершенно не побѣлѣетъ.

Прокаленный осадокъ представляетъ собой пирофосфорнокислый магній  $Mg_2P_2O_7$ . Содержаніе магнія въ сточной водѣ выражается въ млгрм. окиси магнія на литръ.

#### Вычисленіе.

1 млгр.  $Mg_2P_2O_7$  соотвѣтствуетъ 0,3604 MgO.

#### Жесткость.

Содержаніе растворимыхъ солей кальція и магнія принято еще выражать въ градусахъ жесткости. Каждые 10 млгрм. CaO на литръ или эквивалентное количество MgO называютъ нѣмецкимъ градусомъ жесткости. Эквивалентное CaO количество MgO получаемъ, умножая содержаніе MgO на 1,4.

Во Франціи и Англии вычисляютъ по CaCO<sub>3</sub> (10 млгрм. на 1 литръ или на 0,7 лтр.). Такимъ образомъ нѣмецкій градусъ жесткости = 1,79 французскаго и = 1,25 англійскаго.

Общей жесткостью называютъ общее количество растворимыхъ солей окиси кальція и магнія на литръ воды. Не выпадающее при получасовомъ кипяченіи количество извести и магнія обозначаютъ постоянной жесткостью.

Разность между общей и постоянной жесткостью называютъ устранимой жесткостью.

#### Примѣръ.

По вѣсовому способу найдено въ литръ воды.

210,0 млгр. CaO соотвѣтств. . . . . 21,0<sup>0</sup> жесткости.

85,0 " MgO "  $8,5 \times 1,4 = 11,9^0$  "

Общая жесткость = 32,9<sup>0</sup> жесткости.

Та же вода послѣ получасового кипяченіи и добавленія дистиллиров. воды содержитъ въ фильтратѣ:

182,0 млгр. CaO соотвѣтств. . . . . 18,2<sup>0</sup> жесткости.

76,0 " MgO "  $7,6 \times 1,4 = 10,64^0$  "

Постоянная жесткость = 28,84<sup>0</sup>

32,9 — 28,84 = 4,06<sup>0</sup> . . устранимая жесткость.

Методъ Кларка, общеупотребительный въ технику, даетъ только приблизительные результаты.

#### Кали, натръ.

250 или 500 куб. с. фильтрованной сточной воды выпариваютъ до суха въ платиновой чашкѣ, слегка прокаливаютъ и обрабатываютъ, какъ это указано при опредѣленіи кремнекислоты, соляной кислотой. Къ фильтрату прибавляютъ нѣсколько капель хлористаго желѣза и баритовой воды до сильно щелочной реакціи и нагреваютъ нѣсколько часовъ на водяной банѣ. Осадокъ отфильтровываютъ и хорошо промываютъ горячей водой (реакція на хлоръ).

Щелочной фильтратъ и промывныя воды нагрѣвають до кипѣнія и осаждаютъ углекислымъ аммоніемъ и послѣ нѣсколькихъ часовъ осажденія фильтруютъ и промываютъ осадокъ. Фильтратъ выпариваютъ до суха въ платиновой чашкѣ и прокаливаютъ для удаленія аммонійныхъ солей. Эту процедуру осажденія углекислымъ аммоніемъ съ небольшимъ количествомъ щавелевокислаго аммонія повторяютъ до тѣхъ поръ, пока прокаленный остатокъ при раствореніи въ водѣ не дастъ прозрачную жидкость.

Прозрачный растворъ, прибавивъ нѣсколько капель соляной кислоты, выпариваютъ до суха въ платиновой чашкѣ, прокаливаютъ, накрывъ тигель крышкой, и по охлажденіи взвѣшиваютъ. Привѣсъ тигля покажетъ общее количество хлористыхъ солей кали и натра.

Полученныя соли кали и натра растворяютъ въ весьма небольшомъ количествѣ воды, прибавляютъ концентрированнаго нейтральнаго раствора хлористой платины въ количествѣ, превышающемъ по расчету для образованія хлороплатинатовъ калия и натрія и осторожно выпариваютъ на слабо кипящей водяной банѣ до кашеобразной массы. Къ влажной массѣ приливаютъ 20 куб. с. 80% алкоголя и оставляютъ стоять на 5—6 часовъ, накрывъ чашку крышкой. Окраска спирта въ темножелтый цвѣтъ показываетъ, что количество прибавленной хлористой платины было достаточно. Осадокъ отфильтровываютъ (лучше черезъ азбестъ въ тигль Goosch'a); промываютъ 80% алкоголемъ, высушиваютъ при 130°C и взвѣшиваютъ.

1 вѣс. ч.  $\text{PtCl}_4 \cdot 2\text{KCl}$  соотвѣтствуетъ 0,1931 вѣс. ч.  $\text{K}_2\text{O}$  и 0,3056 вѣс. ч.  $\text{KCl}$ .

Найденное количество кали выражается въ милгр.  $\text{K}_2\text{O}$  на литръ воды. Вычитая изъ общаго количество хлористыхъ солей кали и натра количество хлористаго калия, получаемъ количество хлористаго натрія.

1 вѣсов. ч.  $\text{NaCl}$  соотвѣтств. 0,5306 вѣсов. ч.  $\text{Na}_2\text{O}$ .

Содержаніе натра въ водѣ выражается въ млгр.  $\text{Na}_2\text{O}$  на литръ воды.

#### Примѣръ для вычисленія.

Выпарено 500 к. с. сточной воды.

1. Общее количество . . . . .	$\text{NaCl} + \text{KCl} = 0,2397$	гр.
2. Выдѣлено . . . . .	$\text{PtCl}_4 \cdot 2\text{KCl} = 0,4444$	"
3. . . . .	соотвѣтств. $\text{KCl} = 0,1358$	"
4. . . . .	" $\text{K}_2\text{O} = 0,0858$	"
5. Разность 1 — 3 = . . . . .	$\text{NaCl} = 0,1039$	"
. . . . .	соотвѣтств. $\text{Na}_2\text{O} = 0,0551$	"
1 литр. воды содержитъ . . . . .	$\text{K}_2\text{O} = 171,6$	млгрм.
. . . . .	$\text{Na}_2\text{O} = 110,2$	"

### Фосфорная кислота.

1 или 2 лтр. профильтрованной сточной воды (послѣ осажденія тяжелыхъ металловъ сѣроводородомъ) выпариваютъ въ фарфоровой чашкѣ до объема 60 куб. с., подкисляютъ азотной кислотой и переводятъ въ платиновую чашку. Къ раствору прибавляютъ 0,1 грм. селитры и 0,3 грм. обезвоженной соды и выпариваютъ до суха. Остатокъ осторожно прокалываютъ до полного сгорания угля, смачиваютъ его водой и переводятъ въ фарфоровую чашку, смывая горячей водой, подкисленной азотной кислотой. Насыщаютъ азотной кислотой, выпариваютъ до суха, вторично подкисляютъ азотной кислотой и снова выпариваютъ до суха. Остатокъ смываютъ водой, сильно подкисленной азотной кислотой, фильтруютъ и осадокъ промываютъ горячей водой.

Къ фильтрату и промывнымъ водамъ (около 100 куб. с.) приливаютъ 50 куб. с. молибденоваго раствора (см. „реактивы и растворы“), нагреваютъ 15 минутъ на водяной банѣ при  $80^{\circ}\text{C}$  и ставятъ въ теплое мѣсто на 6 часовъ для осажденія. Осадокъ отфильтровываютъ и хорошо промываютъ разбавленнымъ молибденовымъ растворомъ. Стаканъ, изъ котораго часть осадка не могла быть смыта, подставляютъ подъ воронку съ промытымъ осадкомъ и осадокъ растворяютъ въ  $2\frac{1}{2}\%$  растворѣ амміака, осторожно промывая фильтръ. Для растворенія употребляютъ около 75 куб. с. раствора амміака.

Растворъ нейтрализуютъ соляной кислотой, охлаждаютъ, прибавляютъ 5 куб. с. амміака и при осторожномъ помѣшиваніи 5 куб. с. магнезіальной смѣси. Затѣмъ прибавляютъ еще 40 куб. с.  $10\%$  раствора амміака, оставляютъ на сутки осаждаться. Осадокъ отфильтровываютъ и поступаютъ съ нимъ, какъ указано при опредѣленія магнія.

#### Вычисленіе.

1 вѣсовая часть  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7 = 0,6398 \text{ P}_2\text{O}_5$ . Содержаніе фосфорной кислоты выражается въ млгрм.  $\text{P}_2\text{O}_5$  на литрѣ.

## Тяжелые металлы.

Таблица № 4.

Определенія ртути, свинца, мѣди, мышьяка, сурьмы, олова и цинка.

1 литръ сточной воды. подкисленный HCl и съ нѣскольк. крист. KClO<sub>3</sub> выпаривается до объема 100 куб. с. и фильтруется. Теплый фильтратъ насыщаютъ H<sub>2</sub>S. Осадокъ отфильтровываютъ и промываютъ водой съ H<sub>2</sub>S.

О с а д о к ъ.		Р а с т в о р ъ.		Растворъ.
Нагрѣваютъ съ желтымъ растворомъ сѣрнистаго калия, фильтруютъ и промываютъ осадокъ.				Привлекають въ избытокъ уксуснокислаго натра и насыщаютъ H <sub>2</sub> S; выпадаетъ бѣлый, клочковатый осадокъ ZnS; растворяють послѣдній въ HCl и прибавляютъ свѣже приготовленный растворъ желѣзосинеродистаго калия, выпадаетъ бѣлый, нерастворимый въ HCl осадокъ желѣзо-синеродист. цинка.
О с а д о к ъ.	Р а с т в о р ъ.			
Съ сред. крѣпости HNO <sub>3</sub> нагрѣваютъ и, по разбавленіи водой, фильтруютъ.		Подкисляютъ HCl, желтый или оранжевый осадокъ отфильтровываютъ, промываютъ и нагрѣваютъ съ небольшимъ количествомъ концентрир. раствора (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> .		
Осадокъ (S, HgS, PbSO <sub>4</sub> )	Растворъ. [Pb (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , Cu (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]	Растворъ	Осадокъ [Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub> , SnS <sub>2</sub> ]	
1. S — сгораетъ съ голубоватымъ пламенемъ. 2. HgS — растворяють въ царской водкѣ, выпариваютъ и растворяють въ водѣ, прибавляютъ немного SnCl <sub>2</sub> и получаютъ бѣлый или сѣроватый, нерастворимые въ HCl, осадокъ Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> . 3. Pb SO <sub>4</sub> —растворяють въ ѣдкомъ натрѣ, подкисляютъ слегка HNO <sub>3</sub> ; отъ KI получаютъ желтый осадокъ PbI <sub>2</sub> .	1. Pb (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> — растворъ безцвѣтенъ. а) растворъ, подкисленный HNO <sub>3</sub> , дать съ KI желтый осадокъ PbI <sub>2</sub> . б) съ H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> и спиртомъ даетъ бѣлый осадокъ PbSO <sub>4</sub> . 2. Cu (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> —съ амміакомъ синее окрашивание; подкисляютъ HCl и отъ K <sub>4</sub> FeCy <sub>6</sub> выпадаетъ буровато-красный осадокъ Cu <sub>2</sub> (FeCy <sub>6</sub> ).	Подкисляя HCl выпадаетъ желтый осадокъ As <sub>2</sub> S <sub>3</sub> . Распознаваніе As: Промытый осадокъ растворяется въ дымящей HNO <sub>3</sub> , выпаривается и растворяется въ водѣ: а) съ AgNO <sub>3</sub> и NH <sub>3</sub> даетъ бурое кольцо Ag <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub> . б) насыщая NH <sub>3</sub> и приливая магnezіальной смѣси, получается бѣлый кристаллическій осадокъ Mg (NH <sub>4</sub> ) AsO <sub>4</sub> .	Подкисляютъ HCl и при помощи KClO <sub>3</sub> растворяють: 1. Sb.—Капля раствора на платиновой пластинкѣ съ зернышкомъ цинка даетъ черное, растворимое въ HCl, пятно металлической сурьмы. 2. Sn. — Растворъ, подкисленный HCl, нагрѣваютъ нѣкоторое время съ желѣзной проволокой, фильтратъ нагрѣваютъ съ HgCl <sub>2</sub> — образуется бѣлый или сѣрый, нерастворимый въ HCl, осадокъ Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> .	

Мышьякъ можетъ быть непосредственно обнаруженъ въ водѣ. Нѣкоторое количество воды, подкисленное соляной кислотой, сгущаютъ выпариваніемъ и переводятъ въ маленькую колбу, куда прибавляютъ крѣпкой соляной кислоты и нѣсколько зеренъ химически чистаго цинка. Колбу закрываютъ ватной пробкой, равномерно смоченной растворомъ уксуснокислаго свинца; на пробку кладутъ полоску фильтровальной бумаги, смоченной растворомъ  $\text{AgNO}_3$  (1+1) и защищаютъ все отъ дѣйствія солнечнаго свѣта.

Въ присутствіи мышьяка на фильтровальной бумажкѣ выступаетъ интенсивно желтое пятно, которое при смачиваніи водой окрашивается въ черный цвѣтъ. При этомъ надо обращать вниманіе на то, чтобы выдѣляющійся сѣроводородъ поглощался растворомъ уксуснокислаго свинца, въ противномъ случаѣ пятна отъ сѣроводорода могутъ давать поводъ къ ошибкамъ.

Бумажку можно смачивать и 5<sup>0</sup>/<sub>0</sub> растворомъ сулемы ( $\text{HgCl}_2$ ); пятно отъ мышьяка имѣетъ желтовато-бурый цвѣтъ.

## Исслѣдованіе грязи (Schlamm).

При изслѣдованіи сточныхъ водъ приходится обращать вниманіе и на твердые отбросы, загрязняющіе воды чисто механически.

Это могутъ быть:

1. уличный соръ, куски камней, гумусовыя вещества, смытыя водами съ поверхности земли.
2. твердые отбросы жилыхъ домовъ.
3. твердые отбросы промышленныхъ заведеній.
4. осадки, выпавшіе въ сточныхъ водахъ.
5. скопленія животныхъ и растительныхъ организмовъ сточныхъ водъ.
6. взвѣшенные вещества, осажденные искусственно благодаря отстаиванію или прибавленію осаждающихъ веществъ.

Болѣ легкія вещества (какъ напр. животные и кухонные отбросы) плаваютъ на поверхности воды, болѣ тяжелыя — собираются по берегамъ и дну водовмѣстилищъ.

При разложеніи и загниваніи сточныхъ водъ образуется довольно большое количество газовъ, которые поднимаютъ со дна твердыя частицы. Послѣднія, соединяясь благодаря зооглеямъ нисшихъ организмовъ, носятся по поверхности воды въ видѣ отдѣльныхъ комковъ, которые могутъ въ благопріятныхъ случаяхъ соединяться въ одну общую кору.

## Отбираніе пробъ.

Для отбиранія пробы ила лучше всего могутъ служить широкогорлыя стекляныя банки съ притертыми пробками, при чемъ банки наполняются до верху и желательнo, чтобы закрытая банка не содержала воздуха, такъ какъ въ присутствіи послѣдняго очень скоро наступаетъ разложеніе ила. Банку при перевозкѣ охраняютъ отъ дѣйствія солнечныхъ лучей.

## Изслѣдованіе грязи (Schlamm<sup>1)</sup>).

Изслѣдованіе плотныхъ осадковъ сточныхъ водъ играетъ большую роль при изученіи источниковъ загрязненія воды. Кромѣ того плотные осадки сточныхъ водъ могутъ быть изучаемы съ точки зрѣнія примѣнимости ихъ въ качествѣ удобрительныхъ туковъ и вообще промышленнаго использованія таковыхъ.

При изслѣдованіи приходится обращать вниманіе на физическія, макро—и микроскопическія, а также химическія свойства.

### 1. Физическія свойства.

Внѣшніе признаки,

Консистенція,

Цвѣтъ,

Запахъ,

Реакція,

Отдѣленіе газовъ.

Измѣненія при стояніи на воздухѣ и свѣтѣ.

### 2. Макро—и микроскопическое изслѣдованіе.

Болѣ твердыя вещества ила могутъ быть отмучены чисто механически. Уже при изслѣдованіи простымъ глазомъ мы можемъ отличить частицы песка, камней, угля, дерева, волосъ, овощей, бумаги и проч. Такимъ же образомъ распознаются рачки, слизи, черви, водоросли и т. п. животные и растительные организмы.

Болѣ подробное изученіе составныхъ частицъ ила ведется при помощи микроскопа при небольшомъ увеличеніи.

Тутъ мы распознаемъ природу взвѣшенныхъ частицъ и болѣ мелкіе организмы (личинки насѣкомыхъ, черви, инфузоріи, водоросли, грибы, дрожжи и т. п.) Изученіе флоры и фауны ила даетъ весьма цѣнные результаты при изученіи загрязненія общественныхъ водовмѣстилищъ. Кромѣ того флора и фауна находятся въ полной зависимости отъ степени загрязненія сточныхъ водъ.

<sup>1)</sup> Holst, Geirsvold, Schmidt—Nielsen. Arch. f. Hygiene XLII, S. 153.



Слизни, рачки, діатомеи и зеленяя водоросли живутъ въ относительно менѣе загрязненной водѣ; при извѣстномъ загрязненіи эти организмы быстро погибаютъ и появляются черви, личинки насѣкомыхъ, безцвѣтныя водоросли, грибы и бактеріи, которые въ свою очередь при болѣе сильномъ загрязненіи также погибаютъ, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ вся органическая жизнь исчезаетъ.

Въ водахъ промышленныхъ заледеній встрѣчаются часто при-сущіе только послѣднимъ организмы, какъ напр., на винокуренныхъ и пивоваренныхъ заводахъ—дрожжевыя клѣтки.

Наиболѣе подробно изложено микроскопическое изслѣдованіе водъ въ трудахъ Kirchner — Blochmann'a, Tiemann — Gärtner'a, Mez'a и мн. др. авторовъ<sup>1)</sup>.

### Химическое изслѣдованіе.

Высушивая иль въ платиновой или фарфоровой чашкѣ, опредѣляютъ количество воды и плотныхъ веществъ; прокаливая послѣднія получаютъ органическія и неорганическія вещества.

При опредѣленіи удобрительныхъ свойствъ ила, опредѣляютъ количество азота, фосфорной кислоты, солей калия и кальція. Желательно также опредѣлять количество жира и жирныхъ кислотъ, которые иногда могутъ быть использованы. Сохранять пробы ила лучше всего, высушивая ихъ и прибавляя небольшое количество формалина.

### Сѣрководородъ, сѣрнистое желѣзо.

Въ иль почти всегда встрѣчается сѣрнистое желѣзо и опредѣленіе содержащагося въ немъ сѣрководорода весьма важно при опредѣленіи свойствъ ила.

#### Качественное опредѣленіе.

Нѣсколько граммовъ чернаго ила вводятъ въ небольшую колбу и прибавляютъ воды, сильно подкисленной HCl, и по запаху и окрашиванію уксусносвинцовой бумажки опредѣляютъ присутствіе сѣрководорода.

Сѣрководородъ удаляютъ нагрѣваніемъ, фильтруютъ и къ фильтрату прибавляютъ свѣже-приготовленный растворъ желѣзосинеродистаго калия. Въ присутствіи солей закиси желѣза (отъ разложенія FeS) выпадаетъ синій осадокъ (Турнбулева синь).

Иль, содержащій сѣрнистое желѣзо, отъ прибавленія соляной кислоты, освѣтляется.

#### Количественное опредѣленіе.

Къ количественному опредѣленію сѣрководорода слѣдуетъ приступать немедленно по взятіи пробы ила, такъ какъ отъ дѣйствія воздуха и свѣта легко могутъ произойти потери H<sub>2</sub>S благодаря

<sup>1)</sup> Viert. f. gerich. Med. XVI, 1898, XXII, 1901 Suppl.

окисленію. При перевозкѣ пробъ ила необходимо банки заполнять водой до верху и ограждать отъ дѣйствія свѣта.

При точныхъ опредѣленіяхъ пользуются нижеприведеннымъ методомъ а); при массовыхъ-же изслѣдованіяхъ вполнѣ удовлетворительные результаты даетъ методъ б).

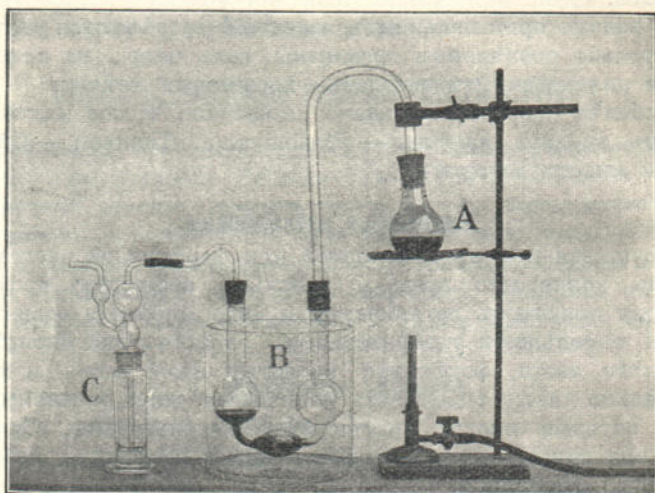


Рис. 4.

Методъ а). При точномъ опредѣленіи сѣроводорода пользуются приведеннымъ аппаратомъ: А — колба, вместимостью около 150 куб. с. соединена длинной трубкой (10—12 сант.) съ трубкою Peligot — В. Колба закрывается гуттаперчевой пробкой, трубка же Peligot обыкновенной пробкой и для большей прочности на мѣстѣ соединенія накладываютъ еще кусокъ гуттаперчевой трубки.

Въ колбу А вводятъ 10—20 грм. свѣжаго, влажнаго ила, приливаютъ 25 куб. с. прокипяченной дестилір. воды; вводятъ два куска, величиной въ горошину, чистаго мрамора и 5 куб. с. соляной кислоты и быстро соединяютъ колбу съ аппаратомъ. Трубку Peligot наполняютъ растворомъ брома въ насыщенномъ растворѣ углекислаго натра (около 2 куб. с. брома въ 100 куб. с. раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ).

Промывалку С наполняютъ растворомъ углекислаго натра.

Когда выдѣляющаяся углекислота вытѣснитъ весь воздухъ колбы, начинаютъ осторожно нагрѣвать колбу и перегоняютъ половину жидкости въ охлаждаемую трубку Peligot. Затѣмъ содержимое трубки переводятъ осторожно въ стаканъ, подкисляютъ соляной кислотой, кипятятъ нѣкоторое время и осаждаютъ образовавшуюся сѣрную кислоту хлористымъ баріемъ.

Щелочной растворъ, помутнѣвшій отъ выпавшей сѣры, обыкновенно при подкисленіи освѣтляется; при недостаткѣ брома сѣра выпадаетъ въ видѣ комковъ, тогда приходится вторично прилить бромъ и при нагрѣваніи окислить выпавшую сѣру.

1 вѣс. часть  $BaSO_4$  соотвѣтствуетъ 0,1459 вѣс. ч.  $H_2S$  или 0,1375 вѣс. ч. S.

Методъ b). Въ толстостѣнную широкогорлую склянку, вмѣстимостью около 250 куб. с., вводятъ 10—20 грм. свѣжаго, влажнаго ила, приливаютъ 180 куб. с. прокипяченной дистил. воды и 20 к. с. концентрированной соляной кислоты, быстро закрываютъ склянку хорошо притертой пробкой и въ теченіи 10 минутъ взбалтываютъ склянку нѣсколько разъ. Затѣмъ прибавляютъ 5 куб. с. 10% р. іодистаго калия и избытокъ  $\frac{1}{20}$  норм. раст. іода; прибавивъ крахмального клейстера, обратно титруютъ  $\frac{1}{20}$  норм. р. сѣрноватистокислаго натра.

1 куб. с.  $\frac{1}{20}$  норм. р. іода = 0,00085  $H_2S$ .

Необходимо имѣть въ виду, что иль иногда можетъ выдѣлять большое количество углекислоты и тогда возможенъ взрывъ склянки.

Приведенные методы не могутъ быть названы вполне точными, такъ какъ съ одной стороны можетъ произойти не полное выдѣленіе сѣроводорода, съ другой стороны летучія соединенія сѣры при перегонкѣ будутъ опредѣляться, какъ сѣроводородъ.

Произведенныя параллельныя изслѣдованія  $H_2S$  дали слѣдующіе результаты:

Найдено  $H_2S$  по методу.

	a)	b)
	‰	‰
Иль около плотины . . . . .	0,125	0,109
Черный песокъ . . . . .	0,029	0,032
Бурый иль . . . . .	0,0233	0,0234
Глинистый иль . . . . .	0,045	0,043

## Определение общаго количества жира.

Плотныя вещества сточныхъ водъ содержатъ растворимыя въ эфирѣ части, которыя главнымъ образомъ состоятъ изъ нейтральнаго жира, а также жирныхъ кислотъ, соединенныхъ съ щелочами и щелочными землями.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ количество общаго жира такъ велико, что добываніе его оплачивается и выгодно, какъ напр., при очисткѣ сточныхъ водъ по способу Дегенера въ городѣ Касселѣ. (Германія). По изслѣдованіямъ Нёrfner'a и Paulmann'a плотные осадки въ вышеозначенныхъ сооруженіяхъ содержали жира отъ 11,0 — 26,0%, въ среднемъ до 18% общаго количества жира на сухой остатокъ.

Пробы плотныхъ осадковъ изъ Frankfurt'a а М. дали также отъ 10,7 — 27,2%, въ среднемъ 18,1% жира. Плотные осадки сточной воды одного англійскаго города, гдѣ расположено нѣсколько шерстомоекъ, содержали до 60% жира на сухое вещество.

Для опредѣленія общаго жира, среднюю пробу плотныхъ осадковъ подкисляютъ разбавленной сѣрной кислотой до появленія окрашиванія бумажки Конго и высушиваютъ ее, нагрѣвая до 100° С.

Хорошо высушенный остатокъ тщательно размѣшиваютъ и отъ 5 до 25 грм. его вводятъ въ аппаратъ Сокслета.

Остатокъ, по испареніи эфира и двухчасовомъ высушиваніи при 100° С., взвѣшивается.

## Исслѣдованіе газовъ.

Анализъ газовъ необходимъ при изученіи процессовъ разложенія органическихъ веществъ ила въ водовмѣстилищахъ и осадочныхъ бассейнахъ. Благодаря усиленному развитію микроорганизмовъ, въ особенности въ теплое время года, органическія вещества плотныхъ осадковъ выдѣляютъ большое количество удушливыхъ газовъ, состоящихъ изъ газообразныхъ углеводовъ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{N}$  и другихъ газовъ.

При изученіи біологическаго метода очистки необходимо также изслѣдовать составъ воздуха, находящагося въ порахъ окислительнаго матеріала, при чемъ интересно выяснитъ насколько онъ отличается отъ атмосфернаго воздуха по содержанію кислорода и углекислоты.

Выдѣляющіеся газы собираютъ широкой воронкой, соединенной гуттаперчевой трубкой или непосредственно съ аппаратами, анализирующими газы, или же вводятъ газы въ газометръ, который, конечно, легко можетъ быть перевезенъ. При изслѣдованіи воздуха въ окислительныхъ матеріалахъ бактеріальнаго фильтра вводятъ въ фильтръ желѣзную трубку, которую соединяютъ съ насосомъ и откачиваютъ воздухъ въ газометръ.

Газы, содержащія исключительно углекислоту, кислородъ, окись углерода и азотъ, проводятъ чрезъ поглотители: ѣдкій натръ, растворъ пиррогалловой кислоты въ ѣдкомъ натрѣ, амміачный

растворъ хлористой мѣди, при чемъ не поглощается только азотъ. Углеводороды, по удаленіи вышеуказанныхъ примѣсей, опредѣляются по вспышкѣ.

Сѣководородъ опредѣляется титрованіемъ  $\frac{1}{100}$  норм. раств. іода. Количественное опредѣленіе углекислоты, кислорода и окиси углерода можетъ быть произведено въ простыхъ бюреткахъ Bunte или Hempel'я, а также въ аппаратъ Орса. Для сжиганія углеводородовъ необходима спеціальная пипетка Hempel'я для вспышки. Бюретты Bunte и аппаратъ Орса можетъ быть также приспособленъ для сжиганія углеводородовъ. Болѣе точныя указанія о газовомъ анализѣ можно найти въ спеціальныхъ руководствахъ<sup>1)2)3)</sup>.

## Оцѣнка качествъ сточныхъ водъ.

Сточные воды городовъ съ небольшимъ количествомъ промышленныхъ заведеній загрязнены главнымъ образомъ органическими веществами фекальныхъ массъ и домашнихъ отбросовъ и кромѣ того содержатъ гораздо больше неорганическихъ солей, чѣмъ чистыя воды. Степень загрязненія органическими веществами уже можетъ быть отмѣчена по внѣшнимъ физическимъ свойствамъ: цвѣту, прозрачности и запаху. Загрязненныя воды, будучи оставлены на нѣсколько дней, начинаютъ загнивать. Загрязненіе выражается, кромѣ того, большими цифрами окисляемости, потери при прокаливаніи и значительнымъ содержаніемъ органическаго углерода и азота въ видѣ органическаго азота, альбуминоиднаго амміака и амміака. Сточные воды въ свѣжемъ состояніи не содержатъ азотистой и азотной кислотъ; количество же раствореннаго кислорода весьма незначительно. Изъ неорганическихъ солей чаще всего встрѣчаются хлориды и фосфаты, количество которыхъ прямо пропорціонально загрязненію.

Загрязненіе сточныхъ водъ промышленныхъ заведеній находится въ полной зависимости отъ способовъ и рода производствъ.

Очистка сточныхъ водъ должна прежде всего значительно уменьшать окисляемость воды, потерю при прокаливаніи, количество органическаго азота и альбуминоиднаго амміака, а также органическаго углерода. При очисткѣ сточныхъ водъ на поляхъ орошенія или при помощи другихъ біологическихъ методовъ происходятъ еще процессы нитрификаціи, такъ что въ очищенныхъ

1) Leybold. Beitr. zur techn. Gasan. mittelst der Buntess. Gasbürette. Jour. t. Gasbel. u. Wasservers. 1890. S. 239.

2) Lunge. Chem.-techn. Untersuchungsmethoden. Berlin 1899. I. Springei.

3) Hempel. Gasanalytische Methoden. Braunschweig 1900. Vieweg.

водахъ находятся значительное количество азотной (и азотистой) кислотъ. Количество хлоридовъ при очисткѣ почти не измѣняется, между тѣмъ какъ фосфаты при нѣкоторыхъ способахъ (поля орошенія) сильно уменьшаются. Исслѣдованія, произведенныя въ Гамбургскомъ Гигиеническомъ Институтѣ, показали, что уменьшеніе окисляемости, потери при прокаливаніи, количества органическаго азота и углерода, а также альбуминоиднаго амміака идетъ вполнѣ равномѣрно и опредѣленіе окисляемости по способу Kubel'я <sup>1)</sup> даетъ вполнѣ правильную оцѣнку о степени очистки сточныхъ водъ.

Точныя нормы состава водъ, спускъ коихъ въ общественное водовмѣстилище можетъ быть разрѣшенъ, до сихъ поръ не установлены. Одна только англійская комиссія „Mersey and Irwell Joint Committee“ выработала слѣдующія требованія отъ сточныхъ водъ, спускаемыхъ въ общественные водоемы: онѣ должны содержать менѣе 1 грана кислорода на галлонъ (14,2 млгр. на литръ) опредѣленнаго по методу четырехъ часового окисленія (Four Hours' Test), и менѣе 0,1 грана альбуминоиднаго амміака на галлонъ (1,42 млгр. на литръ).

Dunbar и Thumm предъявляютъ слѣдующія требованія къ очищенной сточной водѣ:

1. Нерастворимыя взвѣшенные вещества должны быть совершенно, или до 1—2%, удалены.

2. Очищенная вода при стояніи въ теченіи недѣли въ закрытой склянкѣ при температурѣ 20°C не должна загнивать и давать запахъ сѣроводорода (испытаніе свинцовой бумажкой).

3. Окисляемость очищенной по сравненію съ фильтрованной сточной водой должна быть уменьшена на 60—65% или болѣе.

4. Рыбы въ неразбавленной очищенной водѣ не должны погибать.

При примѣненіи этихъ нормъ необходимо знать свойство сточныхъ водъ, какъ до, такъ и послѣ очищенія.

Весьма важно при этомъ выработать вполнѣ простой методъ опредѣленія способности загниванія воды, въ этомъ отношеніи можно предложить біуретову пробу (ѣдкій натръ и разбавленный растворъ мѣднаго купороса), миллоновскую реакцію (растворъ азотнокислой ртути содержащей азотистую кислоту) и наконецъ реакціи Griess'a (діазо-бензол-сульфокислота). Исслѣдованія, производящіяся въ Гамбургскомъ гигиеническомъ институтѣ и еще не законченныя, даютъ возможность сказать, что реакція Миллона, съ извѣстными ограниченіями, можетъ быть примѣнена для вышеуказанной цѣли.

<sup>1)</sup> Dunbar и Thumm, Abwasserreinigungsfrage, Munchen 1902. Verlag von R Oldenbourg.

## Составъ сточныхъ водъ промышленныхъ заведеній.

Анилиновые, а также фабрики каменноугольныхъ красокъ: свободныя минеральныя кислоты, фенолы, нафтолы, нитро-соединенія, сульфокислоты и т. п., иногда мышьякъ.

Асфальтовые заводы: амміакъ, фенолы, крезолы.

Бойни: кровь, жиръ, содержащее внутренностей, остатки мяса, навозъ, патогенные микробы.

Бумажныя и картонныя фабрики: органическія вещества (клѣтчатка, остатки тряпокъ), клей, свободныя сѣрнистыя кислоты, бѣлильная известь, ѣдкое кали, глиноземъ, минеральныя краски.

Бѣлильныя фабрики: бѣлильная известь, хлористый кальцій, гипсъ, свободныя кислоты и щелочи, жирныя кислоты.

Винокуренные и дрожжевыя заводы см. пивоваренные заводы.

Газовыя заводы и коксовыя печи: соединенія амміака (углекислый, сѣрнокислый, сѣрноватистокислый, хлористый, сѣрнистый, роданистый, желѣзосинеродистый), фенолы, роданистый и сѣрнистый кальцій, смолистыя вещества.

Гальванизированіе: свободныя кислоты, соли кальція, магнія, желѣза и цинка; иногда синеродистое кали.

Динамитные и пироксилиновыя заводы: сѣрная кислота, азотная кислота, известь.

Добываніе ацетилена: гидратъ кальція.

Добываніе бѣлильной извести: хлористый марганецъ, хлористое желѣзо, свободная соляная кислота, хлоръ, мышьякъ, хлористыя соли кальція, магнія, алюминія, никкеля и кобальта.

Добываніе желѣзосинеродистыхъ соединеній: соединенія цана и сѣры.

Добываніе кали: хлористый натрій, хлористыя соли калия, магнія, кальція, сѣрнокислый магній.

Добываніе перекиси марганца: пыль перекиси марганца, кварцевыя блестики, содержащія мѣдь и мышьякъ.

Добываніе минеральныхъ красокъ: тяжелыя металлы, свободныя кислоты и щелочи, ядовитыя газы.

Добываніе поташа (способъ Леблана): см. загрязненія при добываніи соды.

Добываніе мѣди: свободныя кислоты, сѣрнокислая мѣдь, хлористый кальцій.

Добываніе пикриновой кислоты: пикриновая кислота.

### Добываніе соды:

а) По способу Леблана: сѣрнистый кальцій, сѣрнистый натрій, сѣрноватистокислый кальцій, сѣрнисто-кислый кальцій, сѣрнистое желѣзо, ѣдкое кали, мышьякъ; въ осадкахъ — сѣра.

По амміачному способу: хлористый натрій (много), хлористый кальцій, сѣрнистый кальцій, углекислый кальцій.

Добываніе суперфосфатовъ: хлористый кальцій, свободныя минеральныя кислоты.

Добываніе сѣрнистаго колчедана: свободная сѣрная кислота, сѣрнистое желѣзо, сѣрнистыя соли: цинка, кальція, магнія и хлористыя соли щелочей.

Добываніе древеснаго уксуса: крезоль, хлористый кальцій, смолистыя вещества.

Добываніе ультрамарина: сѣрнистый натрій, сода, ѣдкій натръ.

Добываніе хромовокислыхъ солей: хромовокислыя соли.

Добываніе целестина и стронціанита: стронціанъ, известъ, магній, (углекислыя и сѣрнистыя соединенія).

Красильныя фабрики: протравы, краски, въ осадкахъ—также краски и металлическія соединенія.

Кожевенные заводы: легко-загнивающія органическія вещества, дубильныя вещества, хлористый натрій, сѣрнистый кальцій, мышьякъ, (бацилы сибирской язвы).

Крахмальные фабрики: по берегамъ каналовъ разро-  
станіе *Leptomit*, въ осадкахъ—колоніи *Beggiatoa*.

1. Картофельный крахмалъ—осадки промоевъ (гумусовыя вещества, корешки и мелкія части картофеля), растворенныя, легко-загнивающія органическія вещества картофеля, остатки крахмала и клѣтчатки.

2. Маисовый крахмалъ: легко загнивающія органическія вещества, поваренная соль.

3. Пшеничный и рисовый крахмалъ: загрязненіе моечныхъ водъ остаткомъ крахмала и клѣтчатки, растворимыя легко загнивающія органическія вещества; при кислыхъ способахъ: органическія вещества, перешедшія въ молочное броженіе и легко загнивающія.

Молочныя фермы: мыло, жиръ, бѣлки, молочный сахаръ.

Мочка льна: органическія кислоты (масляная, пропионовая, уксусная) и легко загнивающія органическія вещества.

Мыловаренные заводы: остатки жира, мыло, щелочи, поваренная соль, глицеринъ.

Никкелевые заводы: никкель, мѣдь, цинкъ.

Очистка перьевъ—частицы перьевъ, солома и навозъ.

Параффиновые заводы: масла, кислоты, щелочи.

Перегонка нефтяныхъ продуктовъ (маслѣ)—нефтяныя продукты.

Пивоваренные, винокуренные и дрожжевыя заводы: легко загнивающія органическія вещества, остатки клѣтчатки, органическія кислоты (уксусная, молочная), углеводы, дрожжевыя клѣтки, колоніи *Leptomit*, бактеріи и инфузори.



Проволочное производство: свободныя минеральныя кислоты, хлористое и сѣрнокислое желѣзо, въ осадкахъ — окись желѣза.

Свекло-сахарныя заводы: сахаръ и другія растворимыя вещества свеклы: калийныя соли органическихъ кислотъ (укусной, масляной, молочной), аспарагинъ, глутаминъ, альбумозы и продукты распада бѣлковъ; пектиновыя вещества; бактеріи (*Leptomitus*, *Sphärotilus* и др.).

Свинцово-плавильныя заводы—въ осадкахъ свинець.

Угольныя копи, мойка углей: хлористыя соли: натрія, калия, магнія, кальція, барія и стронція, сѣрнокислый алюминій и желѣзо, свободная сѣрная кислота; угольная пыль.

Фабрики металлическихъ издѣлій: различныя металлы и часто минеральныя кислоты.

Цинковальныя заводы: протравы, свободная соляная кислота.

Шерстемойки и суконныя фабрики: остатки шерсти, жиръ, химическія вещества для очистки шерсти (мышьякъ, квасцы, глиноземъ, соли олова, винный камень, сода, мыло), волосы, масло, кровь, калъ, клей.

## Реактивы и титрованные растворы.

Азотистокислый натръ. (1 куб. с. = 0,01 млгр.  $N_2O_3$ ) 0,20 гр. чистаго азотистокислаго натра растворяють въ 1 литрѣ воды и по опредѣленіи содержанія азотистой кислоты приводятъ титръ къ содержанію 0,01 млгр.  $N_2O_3$  на 1 куб. с.; количество азотистой кислоты опредѣляется при помощи марганцовокислаго калия. Для опредѣленія разбавляють 20 или 25 куб. с.  $\frac{1}{100}$  норм. р.  $KMnO_4$  5-кратнымъ объемомъ дестилир. воды, подкисляютъ сѣрной кислотой и приливають по немногу устанавливаемый титръ  $KNO_2$  въ нагрѣтый до  $40^\circ C$  растворъ  $KMnO_4$  до перваго не исчезающаго окрашиванія, 1 куб. с. израсходованнаго  $\frac{1}{100}$  норм. р.  $KMnO_4$  соотвѣтствуетъ 0,19 млгрм. азотистой кислоты ( $N_2O_3$ ).

Азотнокислое кали. (10 куб. с. = 1,0 млгр.  $N_2O_5$ ) 0,1871 гр. чистаго  $KNO_3$  на 1 литрѣ воды.

Азотнокислое серебро. (1 куб. с. = 1 млгр. Cl) 4,794 гр. чистаго кристаллическаго азотнокислаго серебра на 1 литрѣ воды. Провѣряють титръ растворомъ NaCl (1,6497 гр. чистаго кристаллическаго хлористаго натрія на 1 литрѣ воды).

Баритовая вода: 80 грм. чистаго ѣдкаго барита (свободнаго отъ ѣдкихъ щелочей) растворяють въ 5 литрахъ воды, фильтруютъ и сохраняють, защищая его отъ дѣйствія углекислоты воздуха.

Бруцинъ. 0,5 грм. кристаллич. бруцина въ 200 куб. с. чистой сѣрной кислоты уд. в. 1,840.

Диазобензолсульфо кислота. Приготовлять каждый разъ свѣжій растворъ въ водѣ 60°—70°С.

Желѣзные квасцы. (1 куб. с.=0,1 млгр.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) 0,6291 грм. химически-чистыхъ желѣзныхъ квасцовъ ( $\text{K}_2\text{SO}_4, \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 24\text{H}_2\text{O}$ ) + 1 куб. с. соляной кислоты на литръ воды.

Іодъ.  $\frac{1}{10}$  норм. раств. 13,0 гр. чистаго сублимированнаго и высушеннаго въ эксикаторѣ іода, 20 грм. іодистаго калия растворяется въ 20 куб. сант. воды и доводятся до литра.

Титръ устанавливають  $\frac{1}{10}$  норм. р. сѣрноватистокислаго натра.

$\frac{1}{20}$  и  $\frac{1}{100}$  норм. р. іода — разбавленіе  $\frac{1}{10}$  норм. р. іода.

Іодно — цинковый крахмальныи клейстеръ. 4 гр. крахмала, 20 гр. хлористаго цинка и 100 куб. с. воды кипятятъ до полученія свѣтлаго раствора, постоянно прибавляя выпаривающуюся воду. По охлажденіи прибавляютъ іодно-цинковый растворъ (1 гр. цинковыхъ опилокъ, 2 гр. іода въ 10 куб. с. воды при нагрѣваніи), доводятъ объемъ до литра и фильтруютъ.

Магнезіальная смѣсь. 68 грм. хлористаго магнія и 165 грм. хлористаго аммонія растворяютъ въ водѣ, прибавляютъ 260 куб. с. амміака (уд. в. 0,96) и доводятъ объемъ до литра.

Марганцовокислый калий. Для 4-хъ часового испытанія (10 куб. с.=1 млгр. кислорода) 0,395  $\text{KMnO}_4$  на литръ воды (см. стр. 10).

$\frac{1}{10}$  норм. раст. 3,16  $\text{KMnO}_4$  на 1 литръ воды; титръ устанавливають  $\frac{1}{10}$  норм. р. щавелевой кислоты.

$\frac{1}{100}$  норм. раст. 0,316  $\text{KMnO}_4$  на 1 литръ воды; титръ устанавливають  $\frac{1}{100}$  норм. р. щавелевой кислоты (см. стр. 8).

Миллоновскій реактивъ. 1 в. ч. ртути растворяютъ въ 1 ч. дымящейся азотной кислоты или азотной кислоты (уд. в. 1,4) и разбавляютъ 2 вѣс. ч. воды. При употребленіи сливають прозрачную жидкость съ осѣвшихъ кристалловъ.

Молибденовый растворъ а) 150 гр. молибденовокислаго амміака въ 1 литръ 1% раствора амміака б) Азотная кислота уд. в. 1,2. При употребленіи 1 ч. раствора а) приливають къ 1 ч. раствора б).

Разбавленный растворъ (для промыванія).

50 куб. с. раствора молибденовокислаго амміака а).

70 куб. с. азотной кислоты б).

80 куб. с. воды.

Несслеровъ реактивъ. Къ раствору 10 грм. іодистаго калия въ 10 куб. с. воды прибавляютъ малыми порціями іодистой ртути (около 17 грм.) до тѣхъ поръ, пока іодистая ртуть перестанетъ растворяться и къ прокипяченному раствору прибавляютъ 75 гр. ѣдкаго кали въ 450 куб. с. воды. По осажденіи избытка

іодистой ртути, жидкость фильтруютъ чрезъ азбестъ и сохраняютъ въ темнотѣ.

Роданистый аммоній. 1 гр. роданистаго аммонія въ 9 куб. с. воды.

Сѣрная кислота.  $\frac{1}{10}$  норм. р. 5,5 гр. хим. чистой сѣрной кислоты (уд. в. 1,84) на литръ воды.

Титръ устанавливается растворомъ углекислаго натра, приготовляемаго слѣдующимъ образомъ: 1,5 гр. хим. ч. углекислаго натра прокаливаетъ въ платиновомъ тиглѣ и взвѣшенный прокаленный  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  растворяютъ въ 250 куб. с. воды. 50 куб. с. этого раствора титруютъ съ устанавливаемой сѣрной кислотой при помощи индикатора метиль-оранжа. 1 куб. с.  $\frac{1}{10}$  норм. р. сѣрной кислоты нейтрализуетъ 0,0053 гр.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

$\frac{1}{100}$  норм. р.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,—приготавливаютъ разбавленіемъ  $\frac{1}{10}$  норм. раствора.

Сѣрноватистоокислый натръ.  $\frac{1}{10}$  норм. р. 24,8 гр. растертаго въ порошокъ и высушеннаго фульטרальной бумагой чистаго сѣрноватистоокислаго натра растворяютъ въ литръ воды.

Титръ устанавливается слѣдующимъ образомъ: въ колбу вливаютъ 20 куб. с. раствора двуххромовокислаго калия (4,9 гр. чистаго и высушеннаго при  $100^\circ$   $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  на 1000 куб. с. воды), 100 куб. с. воды, около 1 гр. іодистаго калия, подкисляютъ 5 куб. с. концентрированной соляной кислотой и титруютъ выдѣлившійся іодъ устанавливаемымъ растворомъ сѣрноватистоокислаго натра при индикаторѣ — крахмальномъ клейстерѣ. При титрованіи, 20 куб. с. точнаго  $\frac{1}{10}$  норм. раст.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  должны соотвѣтств. 20 куб. с. вышеуказаннаго раствора двуххромовокислаго калия.

$\frac{1}{100}$  норм. р.—приготавливаютъ разбавленіемъ  $\frac{1}{10}$  норм. р.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .

Растворъ  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  для „четырехчасоваго испытанія“ (5 куб. с.—10 куб. с.  $\text{KMnO}_4$  = 1 млгр. кислорода) 7,0 гр. сѣрноватистоокислаго натра на литръ воды. (см. стр. 10).

Хлористый аммоній (1 куб. с.—1 млгр.  $\text{NH}_3$ ) 3,141 гр. чистаго, растертаго въ порошокъ и высушеннаго при  $100^\circ$  хлористаго аммонія на литръ. Для опредѣленія  $\text{NH}_3$  разбавляютъ въ двадцать разъ.

Хлористый марганецъ. 80 гр. кристаллическаго хим. чист. хлористаго марганца (безъ Fe) растворяютъ въ 100 куб. с. прокипяченной воды.

Хромовокислый калий. 1 вѣсовая часть, свободнаго отъ хлора, хромовокислаго калия въ 9 ч. воды.

Щавелевая кислота.  $\frac{1}{10}$  норм. р. 6,3 гр., очищенной кристаллизацией и высушенной фильтровальной бумагой щавелевой кислоты растворяютъ въ литръ воды.  $\frac{1}{100}$  норм. р.—приготавливаютъ разбавленіемъ  $\frac{1}{10}$  норм. р. щавелевой кислоты.

Ѣдкій натръ.  $\frac{1}{10}$  норм. р. чистый Ѣдкій натръ растворяютъ въ равной части воды и по раствореніи сливаютъ про-

зрачный растворъ. Около 9 гр. раствора  $\text{NaOH}$ . разбавляютъ до 1 литра прокипяченой водой и титръ устанавливаютъ  $\frac{1}{10}$  норм. р. щавелевой кислоты или  $\frac{1}{10}$  норм. р. сѣрной кислоты.

Растворъ  $\text{NaOH}$  (для опредѣленія кислорода) 33 гр. чистаго ѣдкаго натра растворяютъ въ 100 куб. с. воды.

Растворъ ѣдкаго натра съ содой: растворяютъ 100 гр. кристал. углекислаго натра и 50 гр. ѣдкаго натра въ 300 гр. воды и кипятятъ, прибавляя выпаривающуюся воду до тѣхъ поръ, пока охлажденная проба, разбавленная водой, не содержащей амміака, уже не дастъ окрашиванія съ реактивомъ Несслера.



Таблица № 5.

Вычисление израсходованного на окисление  $\text{KMnO}_4$ .

Примѣръ: 15 куб. с.  $\frac{1}{100}$  норм. р. шавелевой кислоты соответств. 14,3 куб. с.  $\text{KMnO}_4$ , 10 куб. с. сточной воды требуетъ для окисления 5,6 куб. с.  $\text{KMnO}_4$ .  
 Въ таблицѣ 5 куб. с.  $\text{KMnO}_4$  при титрѣ 14,3 содержатъ 1,657 мгрм.  $\text{KMnO}_4$ ,  
 а 0,6 куб. с.  $= \frac{1,989}{10} = 0,1989$  мгрм.  $\text{KMnO}_4$  10 куб. с. сточной воды тре-  
 буютъ для окисления  $1,657 + 0,1989 = 1,859$  мгрм.  $\text{KMnO}_4$ .

Титръ.	14,0	14,1	14,2	14,3	14,4	14,5	14,6	14,7	14,8	14,9	
Израсходовано куб. с. $\text{KMnO}_4$	1.	0,339	0,336	0,334	0,331	0,329	0,327	0,325	0,322	0,320	0,318
	2.	0,677	0,672	0,668	0,663	0,658	0,654	0,649	0,645	0,641	0,636
	3.	1,016	1,009	1,001	0,994	0,988	0,981	0,974	0,967	0,961	0,954
	4.	1,354	1,345	1,335	1,326	1,317	1,308	1,299	1,290	1,281	1,272
	5.	1,693	1,681	1,669	1,657	1,646	1,634	1,623	1,612	1,601	1,590
	6.	2,032	2,017	2,003	1,989	1,975	1,961	1,948	1,934	1,922	1,908
	7.	2,370	2,353	2,337	2,320	2,304	2,288	2,273	2,257	2,242	2,227
	8.	2,709	2,690	2,670	2,652	2,634	2,615	2,598	2,579	2,562	2,545
	9.	3,047	3,026	3,004	2,983	2,963	2,942	2,922	2,902	2,883	2,863

Титръ.	15,0	15,1	15,2	15,3	15,4	15,5	15,6	15,7	15,8	15,9	
Израсходовано куб. с. $\text{KMnO}_4$	1.	0,316	0,314	0,312	0,310	0,308	0,306	0,304	0,302	0,300	0,298
	2.	0,632	0,628	0,624	0,620	0,616	0,612	0,608	0,604	0,600	0,596
	3.	0,948	0,942	0,935	0,929	0,923	0,917	0,911	0,906	0,900	0,894
	4.	1,264	1,256	1,247	1,239	1,231	1,223	1,215	1,208	1,200	1,192
	5.	1,580	1,569	1,560	1,549	1,539	1,529	1,519	1,509	1,500	1,490
	6.	1,896	1,883	1,871	1,859	1,847	1,835	1,823	1,811	1,800	1,789
	7.	2,212	2,197	2,183	2,169	2,155	2,141	2,127	2,113	2,100	2,087
	8.	2,528	2,511	2,494	2,478	2,462	2,446	2,430	2,415	2,400	2,385
	9.	2,844	2,825	2,806	2,788	2,770	2,752	2,734	2,717	2,700	2,683

Таблица № 6.

Для перечисления  $\text{KMnO}_4$  на кислородъ.

$\text{KMnO}_4$	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
$= \text{O}$	0,253	0,506	0,759	1,012	1,265	1,518	1,771	2,024	2,277

Таблица № 7.

Для перечисления количества азота на аммиакъ, азотистую и азотную кислоты.

Примѣръ: Найдено 5 млгр. N, спрашивается соответствующее количество  $N_2O_5$ . Требуемое число отыскивають въ графѣ  $N_2O_5$  и оно = 19,285 млгр.  $N_2O_5$ .

N	=NH <sub>3</sub>	=N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	=N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1.	1,214	2,714	3,857
2.	2,429	5,429	7,714
3.	3,643	8,143	11,571
4.	4,857	10,857	15,428
5.	6,071	13,571	19,285
6.	7,286	16,286	23,143
7.	8,500	19,000	27,000
8.	9,714	21,714	30,857
9.	10,929	24,429	34,714

Таблица № 8.

Для вычисления содержания азота въ данномъ количествѣ аммиака, азотистой и азотной кислотъ.

Примѣръ: Найдено 6 млгр.  $N_2O_5$ , спрашивается соответств. количество N. Требуемое число отыскивають въ графѣ  $N_2O_5$  и оно = 1,555 млгр. N.

NH <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	содержать N		
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	содержать N		
1.	0,823	0,368	0,259
2.	1,647	0,737	0,518
3.	2,470	1,105	0,778
4.	3,294	1,474	1,037
5.	4,118	1,842	1,296
6.	4,941	2,210	1,555
7.	5,765	2,579	1,814
8.	6,588	2,947	2,074
9.	7,412	3,316	2,333

## Новѣйшая литература по вопросамъ изслѣ- дованія и очистки сточныхъ водъ.

- H. Benedict, Die Abwässer der Fabriken. Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge. Stuttgart 1896, F. Enke.
- F. W. Büsing, Die Städtereinigung. Stuttgart 1897, A. Bergsträsser.
- Dunbar und Thumm, Beitrag zum derzeitigen Stande der Abwasserreinigungsfrage mit besonderer Berücksichtigung der biologischen Reinigungsverfahren. München 1902, R. Oldenbourg.
- F. Fischer, Das Wasser, seine Verwendung, Reinigung und Beurteilung. Berlin 1902, J. Springer.
- G. J. Fowler, Sewage Works Analyses. London 1902, P. S. King & Son.
- Franzius, Frühling, Schlichting, Sonne, Wasserversorgung und Entwässerung der Städte. Leipzig 1893, W. Engelmann.
- Kirchner und Blochmann, Die mikroskopische Pflanzen und Tierwelt des Süßwassers. Hamburg 1891, Gräfe & Sillem.
- J. König, Über die Prinzipien und die Grenzen der Reinigung von fauligen und fäulnisfähigen Schmutzwässern. Berlin 1885, J. Springer.
- Untersuchung landwirtschaftlich und gewerblich wichtiger Stoffe. Berlin 1898, P. Parey.
- Die Verunreinigung der Gewässer. Berlin 1899, J. Springer.
- H. Leffmann, Examination of water. Philadelphia 1895, P. Blakiston.
- G. Lunge, Chemisch-technische Untersuchungs-Methoden. Berlin 1899, J. Springer.
- G. Mez, Mikroskopische Wasseranalyse. Berlin 1898, J. Springer.
- S. Rideal, Sewage and the bacterial purification of sewage. London 1900, R. Ingram.
- Tiemann-Gärtner, Handbuch der Untersuchung und Beurteilung der Wässer. Braunschweig 1895, F. Vieweg & Sohn
- C. Weigelt, Vorschriften für die Entnahme und Untersuchung von Abwässern und Fischwässern. Berlin 1900, Verlag des deutschen Fischereivereins.
- Въ слѣдующихъ періодическихъ изданіяхъ:
- Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte.
- Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medizin und öffentliches Sanitätswesen.
- Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege.
- Mitteilungen der Kgl. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung.



Шрифтъ Снеллена 1,0.

для опредѣленія степеня прозрачности воды

(см. стр. 5).

1,0.

Листва на березахъ была еще почти вся зеленая, хотя замѣтно поблѣднѣла; лишь коегдѣ стояла одна, молоденькая, вся красная

5 4 1 7 8 3 0 9

1,0.

Листва на березахъ была еще почти вся зеленая, хотя замѣтно поблѣднѣла; лишь коегдѣ стояла одна, молоденькая, вся красная

5 4 1 7 8 3 0 9

1,0.

Листва на березахъ была еще почти вся зеленая, хотя замѣтно поблѣднѣла; лишь коегдѣ стояла одна, молоденькая, вся красная

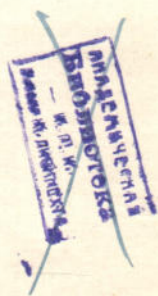
5 4 1 7 8 3 0 9

## Оглавление.

	Стр.
<b>Цѣль изслѣдованія сточныхъ водъ . . . . .</b>	<b>1</b>
<b>Отбирание пробы . . . . .</b>	<b>2</b>
Сохраненіе пробъ воды . . . . .	3
<b>Изслѣдованіе сточной воды въ лабораторіи . . . . .</b>	<b>3</b>
Внѣшнія физическія свойства . . . . .	4
Разложеніе и способность къ гніенію . . . . .	4
Цвѣтъ и внѣшній видъ . . . . .	4
Запахъ . . . . .	4
Осадокъ . . . . .	5
Степень прозрачности . . . . .	5
Взвѣшенные вещества . . . . .	5
Химическое изслѣдованіе сточной воды . . . . .	6
Реакція, кислотность, щелочность . . . . .	6
Окисляемость . . . . .	7
Методъ Kubel'я . . . . .	8
Методъ Schulze . . . . .	10
Методъ 4-хъ часового окисленія (Four Hours Test) . . . . .	10
Методъ 3-хъ минутнаго окисленія (Three Minutes Test) . . . . .	11
Методъ „Incubator Test“ . . . . .	11
Плотный остатокъ . . . . .	12
Потеря при прокаливаніи . . . . .	12
Азотъ . . . . .	13
Общее количество азота . . . . .	14
Органической азотъ . . . . .	15
Альбуминоидъ-амміакъ . . . . .	16
Амміакъ . . . . .	16
Азотистая кислота . . . . .	18
Азотная кислота . . . . .	20
Органической углеродъ . . . . .	25
Углекислота . . . . .	27
Кислородъ . . . . .	28
Связанный хлоръ . . . . .	30
Свободный хлоръ . . . . .	31

	Стр.
Сѣроводородъ и сульфиты . . . . .	31
Желѣзо . . . . .	32
Сѣрная кислота . . . . .	33
Кремнекислота . . . . .	33
Окись желѣза, глиноземъ въ соединеніяхъ съ фосфорной ки- слотой . . . . .	33
Известь . . . . .	34
Магній . . . . .	34
Жесткость . . . . .	35
Кали и натръ . . . . .	35
Фосфорная кислота . . . . .	37
Тяжелые металлы . . . . .	38
<b>Исслѣдованіе грязи (Schlamm)</b> . . . . .	39
Отбирание пробъ . . . . .	40
Исслѣдованіе пробъ . . . . .	40
Сѣроводородъ, сѣрнистое желѣзо . . . . .	41
Опредѣленіе общаго количества жира . . . . .	43
<b>Исслѣдованіе газовъ</b> . . . . .	44
<b>Оцѣнка качествъ сточныхъ водъ</b> . . . . .	45
<b>Составъ сточныхъ водъ промышленныхъ заведеній</b> . . . . .	47
<b>Реактивы и титрованные растворы</b> . . . . .	49
<b>Протоколъ анализа воды</b> . . . . .	53
<b>Таблицы</b> . . . . .	54
Окисляемость (таб. № 6 и № 7) . . . . .	54
Перечисленіе азота въ амміакъ, азотистую и азотную кислоты . . . . .	55
Вычисленіе содержанія азота въ извѣстномъ количествѣ амміака, азотистой и азотной кислотъ . . . . .	55
<b>Новѣйшая литература по вопросамъ изслѣдованія и очистки сточ- ныхъ водъ</b> . . . . .	56





RECEIVED  
MAY 10 1906  
U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE  
WASHINGTON, D. C.

152

•

LIBRARY  
UNIVERSITY OF TORONTO  
1827 ST. GEORGE STREET  
TORONTO, CANADA

LIBRARY  
UNIVERSITY OF TORONTO  
1827 ST. GEORGE STREET  
TORONTO, CANADA

902



Гидравлическія известіи Е. Candlot. Перев. съ франц. подъ ред. проф. Н. Н. Лямина. 1902, ц. 65 к.

Производство и украшеніе глиняныхъ издѣлій въ настоящемъ и прошломъ (керамина). Для техниковъ, художниковъ и любителей керамики. Состав. В. И. Селезневъ. Съ 104 рис. 1894, ц. 3 р.

Содержаніе: Матеріалы.—Классификація глиняныхъ товаровъ.—Обработка глины на массу.—Формовка глиняной массы.—Сушка издѣлій.—Глазурь.—Обжигъ и устройство печей.—Украшеніе глиняныхъ товаровъ.—Муфельный обжигъ.—Терракоты, поливные и эмальированные товары.—Огнеупорные товары.—Тонкій фаянсъ.—Каменный товаръ.—Фарфоръ.—Очеркъ развитія и современнаго положенія керамической промышленности въ Россіи.

Изразцы и мозаика (Монументальная эмалевая живопись). Очеркъ техники и значеніе ихъ въ декоративномъ искусствѣ и зодствѣ, В. Селезнева. Съ 19 рис. 1896, ц. 1 р.

Въ виду вновь растущаго значенія монументальн. эмалевой полихроміи, важной между прочимъ, для возрождающагося русскаго стиля въ зодствѣ, является весьма кстати появленіе названной брошюры, представляющей очеркъ техники мозаичной изразцовой полихроміи и значенія ея въ декоративномъ искусствѣ и зодствѣ.

Предлагаемая брошюра раздѣлена на 2 части. Въ первой дается историческій обзоръ монументальной эмалевой полихроміи съ древнѣйшихъ временъ, являющейся довольно интереснымъ, несмотря на краткость. Во второй части изложена общая техника мозаичной и изразцовой полихроміи, причемъ сообщается не мало полезныхъ свѣдѣній и указаній.

«Ремесленная Газета» 1896, № 29.

Искусственное высушиваніе дерева. Сост. Инж. Техн. А. А. Прессъ, 2 исправл. и допол. издан. Съ 25 рис., 1895, ц. 80 к.

Производство искусственныхъ минеральныхъ, фруктовыхъ и ягодныхъ водъ, квасовъ, медовъ и другихъ шипучихъ напитковъ. Приготовленіе плодовыхъ и ягодныхъ винъ. Сост. А. Г. Клинга. Съ 22 рис. 1902, ц. 3 р. 60 к., въ перепл. 4 р. 10 к.

Красильное искусство. Руководство для среднихъ техническихъ училищъ сост. А. В. Сиволобовъ, директоръ Лодзинскаго мануф.-пром. училища. Отбѣлка, крашеніе, плюсованіе, печатаніе и отдѣлка хлопчатобумажныхъ тканей. Съ 107 рис. 1901, ц. 3 р.

Химія органическихъ красящихъ веществъ съ прилож. таблицъ Шульца и Юліуса, R. Nietzki. Пер. съ нѣм. В. Шапошниковъ и В. Оглобинъ 1896, ц. 4 р.

Ледники и искусственное охлажденіе. Практическое руководство для архитекторовъ, инженеровъ, техниковъ, строителей и т. д. Составилъ С. Н. Ванновъ. Съ 94 рис. 1896, ц. 1 р. 50 к.

Паровыя и ручныя прачешныя по системѣ О. Шимеля. Соч. инженеръ-технолога М. Лудскаго. Съ 46 рис. 2 изд. 1897, ц. 80 к.

Современныя холодильныя машины, ихъ устройство, способъ дѣйствія и примѣненіе въ промышленности. Руководство для инженеровъ, техниковъ и владѣльцевъ холодильн. установокъ проф. Г. Лоренца. Перев. съ 3 нѣм. изд. И. Мурашно. Съ 208 рис. 1903, ц. 3 р. 50 к., въ перепл. 4 р.

Передача силы на далекія разстоянія и устройство передаточныхъ механизмовъ и регуляторовъ. Практическое руководство для конструкторовъ, механиковъ, фабрикантовъ и заводчиковъ. Инж. Г. Мейснера. Переводъ со 2-го нѣм. изд. съ допол. Инж.-техн. Л. А. Боровича. Съ 404 рис. 1900, ц. 7 р.