

ХИМИЧЕСКІЕ И МИКРОБІОЛОГИЧЕСКІЕ МЕТОДЫ санитарныхъ изслѣдованій ПИТЬЕВЫХЪ И СТОЧНЫХЪ ВОДЪ.

ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО
для врачей, слушательницъ медицинскихъ курсовъ и
студентовъ.

Проф. Г. В. ХЛОПИНЪ.

Съ 95 рисунками въ текстѣ
и
1 цвѣтной таблицей.

ВТОРОЕ ИЗДАНИЕ
исправленное и значительно дополненное.

ПЕТРОГРАДЪ.
Изданіе К. Л. Риккера.
Морская ул., 17.
1918.

Предисловіе ко второму изданію.

Первое изданіе настоящей книги подъ названіемъ „Химическіе методы изслѣдованія питьевыхъ и сточныхъ водъ“, вышедшее въ свѣтъ въ 1913 г. разошлось къ концу 1916 г. и я, по желанію издателя, приступилъ къ подготовкѣ второго изданія.

Настоящее второе изданіе сравнительно съ первымъ согласно указаніямъ опыта значительно расширено въ его химической части и дополнено, соотвѣтственно потребностямъ преподаванія, новымъ микробиологическимъ отдѣломъ, въ которомъ изложены общеупотребительные способы количественнаго и качественного бактериологическаго и біологическаго (микроскопическаго) изслѣдованій питьевыхъ и сточныхъ водъ въ санитарныхъ цѣляхъ. Это послѣднее добавленіе вызвало необходимость нѣсколько измѣнить и дополнить во второмъ изданіи и самое заглавіе книги.

Кромѣ того во второмъ изданіи мною сдѣланы точныя указанія основной литературы и особенное вниманіе обращено на нашу литературу, которую такъ трудно собирать вслѣдствіе ея разбросанности и отсутствію для нея библиографическихъ указателей. Съ цѣлью положить начало библиографіи по изслѣдованію питьевыхъ водъ мною, д-мъ С. И. Добросклонскимъ и д-мъ Е. Д. Раковой составленъ для бывшей въ 1913 г. Всероссійской гигиенической выставки „Указатель литературы по физико-химическому изслѣдованію питьевыхъ водъ Россіи“, который былъ напечатанъ въ журналѣ „Гидрохимическіе матеріалы“, издаваемомъ Химической лабораторіей Гидрометрической части Европейской Россіи Отдѣла Земельныхъ Улучшеній Мин. Землеустройства и Земледѣлія, въ 1915 г. (т. I, Отд. I, стр. 73—143 и отдѣлн. оттиски). Въ указанномъ журналѣ печатаются и дальнѣйшія добавленія къ указателю, собранныя и обработанныя ассист. д-мъ С. И. Добросклонскимъ. Къ этому указателю я и отсылаю интересующихся литературой относительно состава питьевыхъ водъ Россіи

Наконецъ, во второмъ изданіи значительно возросло число

рисунковъ (съ 58 до 95), при чемъ нѣсколько рисунковъ сдѣланы съ натуры художникомъ Ю. П. Анненковымъ, за что приношу ему мою глубокую благодарность.

Вслѣдствіе указанныхъ добавленій объемъ книги значительно увеличился (съ 15^{1/2} печатныхъ листовъ 1-го изданія до 25^{1/2}), не смотря на то, что приложенія въ настоящемъ изданіи набраны самымъ плотнымъ шрифтомъ (петитомъ).

Не могу не отмѣтить, что книга перерабатывалась и особенно печаталась при чрезвычайно тяжелыхъ общеполитическихъ условіяхъ, при которыхъ даже величайшимъ напряженіемъ воли не всегда было возможно сохранить необходимое для научной работы спокойствіе духа, и потому у меня естественно остается чувство нѣкотораго безпокойства за то, не отразились-ли эти тяжелыя условія въ какомъ либо отношеніи неблагоприятно на настоящемъ изданіи книги.

Г. Хлопинъ.

21 Сентября 1917 г.

Петроградъ.

Предисловіе къ первому изданію.

Настоящее руководство вызвано къ жизни практической необходимостью дать моимъ слушателямъ—врачамъ и учащимся—краткое руководство для практическаго изученія курса санитарной методики. Излагая въ теченіе послѣднихъ лѣтъ кромѣ курса общей гігіены еще спеціальнѣйшій курсъ методики санитарныхъ изслѣдованій, который слушателями практически изучается въ лабораторіи, я всегда затруднялся указать имъ какое-либо руководство на русскомъ языкѣ, которое соотвѣтствовало-бы, по содержанію и по системѣ изложенія, читаемому мною курсу. Отсутствіе такого руководства повело къ записыванію моего курса и, наконецъ, къ изданію слушателями его конспекта.

Видя въ этомъ обстоятельствѣ, а также и въ устныхъ заявленіяхъ слушателей настоятельную потребность въ изданіи такого курса, я попытался въ предлагаемомъ руководствѣ изложить ту часть его, которая представляетъ весьма большую важность для санитарныхъ врачей и въ то-же время при практическомъ изученіи представляетъ наибольшія трудности, а именно—химическіе методы изслѣдованія питьевыхъ и сточныхъ водъ.

Въ особой главѣ, независимо отъ описанія методовъ изслѣдованія, мною изложены главныя основанія для санитарной оцѣнки питьевой воды съ цѣлью выяснить значеніе различныхъ методовъ изслѣдованія и дать руководящія указанія для правильнаго толкованія полученныхъ аналитическихъ данныхъ и для надлежащаго использования ихъ въ цѣляхъ санитарной экспертизы.

Чтобы дать возможность слушателямъ не только запомнить механически, но и сознательно изучить излагаемые методы, мною описанію методовъ предпослано „Введеніе въ химическій анализъ“, въ которомъ изложены необходимыя для слушателей основныя химическія понятія и свѣдѣнія по объемному и вѣсовому анализу.

Съ тою-же цѣлью, при описаніи отдѣльныхъ методовъ, мною даются въ доступной формѣ объясненія химической стороны ре-

акцій и указываются основанія для количественныхъ подсчетовъ химическихъ уравненій.

Для упрощенія вычисленій въ текстѣ даны атомные вѣса элементовъ въ округленныхъ числахъ, дающихъ достаточную точность при опредѣленіи навѣсокъ для весьма слабыхъ титрованныхъ растворовъ, примѣняемыхъ при санитарномъ анализѣ водъ; вмѣстѣ съ тѣмъ для болѣе точныхъ аналитическихъ расчетовъ, напр., при вѣсовыхъ опредѣленіяхъ, въ концѣ книги приложена таблица международныхъ атомныхъ вѣсовъ, которыми занимающіеся могутъ пользоваться для самостоятельныхъ вычисленій, а также для провѣрки коэффиціентовъ, приведенныхъ въ текстѣ.

Преслѣдуя практическую цѣль—дать возможно сжатое руководство для лабораторныхъ занятій, я на основаніи многолѣтняго опыта выбралъ и изложилъ только тѣ методы, которые, являясь общепринятыми въ настоящее время, отличаются наибольшей точностью и сравнительной простотой выполнения. При этомъ, часть излагаемыхъ методовъ была подвергнута нами и нашими учениками специальной провѣркѣ.

Такимъ критическимъ отборомъ значительно облегчается усвоеніе методовъ, такъ какъ работающіе, пока у нихъ нѣтъ собственнаго опыта, не затрачиваютъ времени на изученіе нѣсколькихъ однородныхъ изъ многихъ методовъ, описываемыхъ въ полныхъ руководствахъ, причемъ нерѣдко методовъ или сложныхъ, или недостаточно точныхъ. Кромѣ того, такой подборъ методовъ, можетъ быть, положить начало объединенію химическихъ методовъ, примѣняемыхъ для санитарнаго изслѣдованія питьевыхъ и сточныхъ водъ въ русскихъ лабораторіяхъ, какъ это уже сдѣлано за границей.

Считая для краткаго практическаго руководства подробный перечень литературы излишнимъ балластомъ, я ограничился только указаніемъ важнѣйшихъ авторовъ, принимавшихъ участіе въ разработкѣ и провѣркѣ методовъ.

Руководство снабжено достаточнымъ количествомъ рисунковъ, часть которыхъ, по моей просьбѣ, сдѣлана для него ассистентомъ гигиенической лабораторіи С.-Петербургскаго Женск. Медіц. Института, д-ромъ М. П. Дубянской.

Г. Хлопинъ.

1 Августа 1912 г.
С.-Петербургъ.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

Предисловіе ко второму изданію	стр. III
Предисловіе къ первому изданію	V
I Основы для санитарной оцѣнки питьевой воды	1
Методы изслѣдованія питьевой воды	3
Химическій способъ изслѣдованія стр. 3. Микробиологическіе способы изслѣдованія воды стр. 14. Бактеріологическій способъ стр. 14. Біологическій (микроскопическій) способъ стр. 22. Мѣстный осмотръ и изученіе мѣстныхъ условій стр. 30.	
II. Введеніе въ химическій анализъ.	33
Вѣсовой анализъ	34
Взвѣшивание стр. 34. Выпариваніе стр. 39. Осажденіе стр. 39. Фильтрованіе стр. 39. Промываніе осадка стр. 40. Высушиваніе осадковъ стр. 41. Прокаливаніе стр. 42. Замѣчаніе относительно работы съ платиновой посудой стр. 44. Опредѣленіе на взвѣшенномъ фильтрѣ стр. 45. Реактивы для качественныхъ реакцій стр. 45.	
Объемный анализъ	46
Приборы для измѣренія жидкостей и ихъ употребленіе стр. 46. Титрованные растворы стр. 52. Нормальные растворы стр. 53. Классификація реакцій, которыми пользуются при объемномъ анализѣ	57
Насыщеніе стр. 58. Индикаторы стр. 58. Примѣры приготовленія и установки титрованныхъ растворовъ кислотъ и щелочей стр. 62. Осажденіе стр. 67. Окисленіе и восстановленіе стр. 67. Йодометрія стр. 68	
III. Физико-химическое изслѣдованіе питьевой воды	70
Взятіе пробъ для физико-химического изслѣдованія стр. 70. Изслѣдованіе воды въ лабораторіи стр. 76. Схема подробнаго санитарнаго анализа воды стр. 77. Схема обычнаго санитарнаго анализа воды стр. 79. Способы выраженія результатомъ анализа стр. 81.	
Изслѣдованіе физическихъ свойствъ воды	82
Температура стр. 82. Запахъ стр. 82. Вкусъ стр. 83. Окраска стр. 83. Прозрачность стр. 87. Электропроводность стр. 88. Радиоактивность стр. 93.	
Способы химическаго изслѣдованія воды	97

	стр.
Реакція	97
Взвѣшенные вещества	100
Сухой (плотный) остатокъ воды	100
Органическія вещества	101
Опредѣленіе органическихъ веществъ по Кубелю (окисляемость воды)	
стр. 101. Опредѣленіе органическихъ веществъ по Шульцу стр. 106.	
Опредѣленіе органическихъ веществъ на основаніи хлоропогло-	
щаемости воды по И. А. Залесскому и Н. А. Эльмановичу стр. 107.	
Азотная кислота (нитраты)	110
Способъ Ульша стр. 111. Способъ Ноля стр. 113. Способъ Грандвалля и	
Ляжу стр. 114. Способъ Буша стр. 116. Способъ Маркса-Тромсдорфа	
стр. 117.	
Азотистая кислота (нитриты)	119
Способъ Тромсдорфа съ іодно-цинковымъ крахмальнымъ клейстеромъ	
стр. 119, 121. Способъ Тимана-Прейсе съ метафенилендіаминомъ 124.	
Способъ Грисса стр. 126. Способъ Фельдгауза-Кубеля стр. 128.	
Амміакъ	129
Колориметрическій способъ опредѣленія амміака стр. 132. Способъ	
Фрэнкленда и Амстронга стр. 134.	
Органическій азотъ	135
Опредѣленіе по способу Кьельдаля органическаго азота вмѣстѣ съ	
амміачными солями стр. 135. Совмѣстное опредѣленіе органическаго	
и минеральнаго азота по Кьельдалю-Юдлбауэру стр. 140.	
Жесткость воды	141
Способъ Клэрка съ видоизмѣненіями Файста и Кнауза стр. 143. Таблица	
Файста и Кнауза для вычисленія жесткости стр. 146. Опредѣленіе	
жесткости воды по Винклеру стр. 148. Опредѣленіе жесткости по	
проф. К. Блахеру 156. Опредѣленіе жесткости по Варта-Пфейферу	
стр. 156.	
Соли кальція	158
Соли магнія	160
Кремнекислота	162
Окись глинозема	162
Соли желѣза	163
Способъ Маргерита стр. 166. Способъ проф. Л. А. Чугаева и Б. П.	
Орёлкина стр. 169.	
Соли марганца	171
Соли натрія и калия	174
Соли олова свинца, мѣди и цинка	177
Количественное опредѣленіе свинца	178
Хлористоводородная кислота (хлориды)	180
Сѣрная кислота	183
Растворенные въ водѣ газы	184
Кислородъ	186
Способъ Л. Винклера стр. 187. Видоизмѣненіе Ридеала и Стюарта	
стр. 195. Способы, измѣряющіе уменьшеніе раствореннаго кислорода	
при храненіи воды стр. 197.	

Опредѣленіе озона	стр. 199
Опредѣленіе свободнаго хлора	200
Опредѣленіе дѣйствующаго хлора въ бѣлильной извести	201
Опредѣленіе углекислоты	202
Опредѣленіе общаго количества углекислоты въсомъ стр. 203. Тоже титрованіемъ стр. 209. Определеніе свободной и полусвязанной углекислоты по Петтенкоферу стр. 211. Определеніе прочно-связанной углекислоты по способу Лунге стр. 213.	
Способы определенія связи подземныхъ источниковъ между собою и съ поверхностными водами	214
IV. Указанія для изслѣдованія и санитарной оцѣнки сточныхъ водъ	218
Санитарныя требованія, которымъ должны удовлетворять сточныя воды, спускаемая въ общественные водоемы, Мед. Сов. М. В. Д. стр. 225. Требованія московской городской комиссіи стр. 229. Нормы англійской Королевской комиссіи стр. 231.	
Методы изслѣдованія сточныхъ водъ	239
Цвѣтъ и внѣшній видъ воды стр. 241. Запахъ стр. 241. Прозрачность стр. 241. Осадокъ стр. 241.	
Способность сточныхъ водъ къ разложенію и загниванію	241
Проба Гумма на сѣроводородъ стр. 241. Проба Каро стр. 242. Проба Шпитты и Вельдера съ метиленовой синькой стр. 242. Іодная проба Бонжана стр. 242.	
Англійскіе способы определенія органическихъ веществъ въ сточныхъ водахъ	243
Четырехчасовая проба по Фоулеру стр. 244. Трехминутная проба стр. 246. Проба въ термостатъ при 26°. Ц. стр. 247.	
Определеніе органическихъ веществъ по Кубелю	247
Определеніе органическихъ веществъ по Шульцу	248
Минеральный и бѣлковый амміакъ	249
Определеніе углерода органическихъ веществъ	251
Способъ Кёнига стр. 251. Определеніе органическаго углерода въ присутствіи летучихъ органическихъ веществъ стр. 252. Определеніе органическаго углерода въ взвѣшенныхъ веществахъ стр. 253.	
Определеніе азотистой кислоты по Гриссу	253
Определеніе азотной и азотистой кислотъ	254
Способъ Ноля стр. 254. Способъ Ульша стр. 255. Газометрическое определеніе стр. 255, 258.	
Азотъ	250
Общее количество стр. 250. Органическій азотъ стр. 250.	
Определеніе хлоридовъ	260
Вѣсовое стр. 260. По Фольгарту стр. 260.	
Определеніе фосфорной кислоты въсомъ	262
Определеніе фосфорной кислоты по Нейману	254
Изслѣдованіе сточныхъ водъ на нѣкоторые ядовитые и вредные фабричныя отбросы	266

Мышьяковыя соединенія 266. Соединенія хрома 266. Синеродистыя соединенія 267. Неочищенные фенолы 268. Жиры 269. Клѣтчатка 270. Указанія для опредѣленія кислорода и другихъ растворенныхъ въ сточной водѣ газовъ	стр. 270
Опредѣленіе степени загрязненія водъ по уменьшенію раствореннаго въ водѣ кислорода	273
V. Изслѣдованіе ила и осадковъ	279
Способы изслѣдованія ила стр. 280. Опредѣленіе органическаго углерода въ почвѣ по проф. Густавсону стр. 281. Опредѣленіе органическаго углерода по Деннштедту стр. 283. Изслѣдованіе водной вытяжки ила стр. 283.	
VI. Микробиологическіе способы изслѣдованія водъ	284
Общепринятыя способы бактериологическаго изслѣдованія воды для санитарныхъ цѣлей	284
Приборы для выемки пробъ стр. 285. Опредѣленіе числа бактерій стр. 289. Приготовленіе питательныхъ средъ стр. 295.	
Открытіе микроорганизмовъ, указывающихъ на фекальное загрязненіе	296
Кишечная палочка	297
Способъ проф. Эйкмана и Эйкмана-Буллира стр. 297. Количественное опредѣленіе кишечной палочки по Гёттингенскому способу стр. 302, Способъ Петрушки и Пуша стр. 303. Способъ Б. Геннингсона стр. 305.	
Нахожденіе въ водѣ нѣкоторыхъ патогенныхъ микроорганизмовъ	307
Нахожденіе тифозной палочки	307
Способъ Фиккера стр. 308. Способъ Валле-Шюдера стр. 308. Способъ Мюллера стр. 309. Способъ Фейстмантеля стр. 310. Способъ Виндельбанда въ видоизмѣненіи проф. Шепилевскаго стр. 310. Способъ Гессе стр. 311. Способы, основанные на посѣвѣ на среды, подавляющія ростъ сапрофитныхъ водныхъ бактерій стр. 313. Схема изслѣдованія воды на тифозную палочку стр. 313.	
Нахожденіе холернаго вибриона	314
Рецепты для приготовленія нѣкоторыхъ питательныхъ средъ . .	322
Лакмусовый агаръ съ сахаромъ (среда Дригальскаго-Конради) стр. 322. Агаръ съ возстановленнымъ фуксиномъ (среда Эндо) стр. 323. Агаръ съ малахитовой зеленой краской (среда Лёфлера, Лейца и Тица) стр. 324. Агаръ съ желчью (среда Падлевскаго) стр. 324. Бульонъ съ сахаромъ и малахитовой зеленою (среда Лёфлера) стр. 325.	
Свойства бактерій группы кишечной палочки—брюшного тифа (таблица)	326
Біологическое (микроскопическое) изслѣдованіе воды	328
Ложный планктонъ стр. 328. Истинный планктонъ и бентосъ стр. 328. Приемы и инструменты для взятія пробъ для біологическаго изслѣдованія стр. 330.	
Списокъ микроорганизмовъ показателей загрязненія водъ, составленный Кольквицемъ и Марсономъ	336

Приложенія	стр- 347
Международные атомные вѣса на 1911 г. стр. 347. Вѣсъ нѣкоторыхъ газовъ и паровъ стр. 348. Программы изслѣдованій при изысканіи новыхъ источниковъ для водоснабженія С.-Петербурга стр. 348. Свѣдѣнія, которыя должно сообщать Хим. Лабораторію Гидрометрич. части Европейской Россіи вмѣстѣ съ результатами анализа воды изъ рѣкъ, ручьевъ, балокъ и каналовъ стр. 351. Распрежденіе источниковъ загрязненія водоемовъ по группамъ стр. 356. Инструкція Мед.-Сов. М. В. Д. для доставленія свѣдѣній о вліяніи сточныхъ водъ на общественные водоемы стр. 360. Инструкція Мед.-Сов. М. В. Д. для выемки и изслѣдованія пробъ воды стр. 362. Химическія нормы для столовыхъ питьевыхъ водъ стр. 373. Инвентарь и смѣты на оборудованіе химическихъ лабораторій для санитарныхъ врачей стр. 374. Оборудованіе эпидемиологической лабораторіи стр. 380. Шрифтъ Свеллена для измѣренія прозрачности воды стр. 395.	
Указатель авторовъ	401
Предметный указатель	404

Замѣченныя опечатки.

Стран.	Строка сверху: снизу:		Напечатано:	Слѣдуетъ:
22	18	—	экскрименты	экскременты
116	3	—	дифениль-энданило-дигидро- тіазоль	дифениленданило- дигидротіазоль
166	14	—	189	169
242	15 и 16	—	Спитта	Шпитта
247	—	13	Спитта	Шпитта
286	8	—	пополненіи	наполненіи
„	10	—	закрываютъ ватной пробкой,	затыкаютъ ватными пробками,
287	—	2	основаніемъ;	основаніемъ въ 2,5 сант.;
288	5	—	Скляво	Склаво
291	2	—	85	84
295	17	—	желантина	желатина
331	—	2	Вислаухъ	Вислоухъ

I. Основы для санитарной оцѣнки питьевой воды.

Задачи санитарной экспертизы въ связи въ требованіями, предъявляемыми къ хорошей водѣ для питья.

Правильная, строго научная санитарная оцѣнка питьевой воды и источниковъ водоснабженія въ настоящее время представляетъ собой одну изъ самыхъ сложныхъ, если не самую сложную проблему санитарной экспертизы.

Вода для питья прежде всего должна быть свободной отъ вредныхъ соединений и отъ болѣзнетворныхъ зародышей. Это требованіе, не нуждается въ особыхъ мотивировкахъ; оно понятно само собой. Изслѣдованіе питьевой воды на болѣзнетворные микроорганизмы и на органическіе и неорганическіе яды даетъ совершенно опредѣленный отвѣтъ въ этомъ отношеніи. Къ сожалѣнію, опытъ по изслѣдованію питьевыхъ водъ показалъ, что, направляя изслѣдованіе только на отысканіе патогенныхъ микроорганизмовъ въ водѣ, въ огромномъ большинствѣ случаевъ, получимъ отрицательный отвѣтъ. Даже во время эпидемій брюшного тифа и холеры найти возбудителей этихъ болѣзней въ питьевой водѣ удастся далеко не всегда. Не вдаваясь въ обсужденіе вопроса, зависитъ ли это отъ несовершенства бактериологической методики, или отъ того, что вода не всегда является передатчикомъ этихъ болѣзней, мы должны отмѣтить тотъ фактъ, что отрицательныя данныя изслѣдованія воды на присутствіе патогенныхъ микроорганизмовъ не даютъ никакого матеріала для характеристики воды въ другихъ отношеніяхъ. Только что сказанное относительно патогенныхъ бактерий вполне приложимо и къ изслѣдованію на неорганизованные яды,

напримѣръ, на свинець, который при нѣкоторыхъ исключительныхъ условіяхъ можетъ встрѣчаться въ водопроводной водѣ. Никто, конечно, не удовлетворится и не станетъ признавать за достаточную характеристику воды для питья, получивъ изъ лабораторіи отвѣтъ, что свинца въ присланной водѣ не найдено. Даже и болѣе общій отвѣтъ, что въ данной пробѣ воды патогенныхъ микроорганизмовъ и ядовитыхъ веществъ не найдено, слишкомъ недостаточенъ самъ по себѣ и приобретаетъ значеніе только въ связи съ результатомъ изслѣдованій воды въ другихъ отношеніяхъ.

Легко себѣ представить, что вода для питья, относительно которой требуется дать санитарное заключеніе, въ моментъ взятія пробы не содержала ни патогенныхъ микроорганизмовъ, ни ядовитыхъ веществъ, но эта же самая вода въ другое время, а можетъ быть въ то-же время, но въ другомъ мѣстѣ можетъ таковыя микроорганизмы и яды содержать, если водоемъ подвергается загрязненію отбросами человѣческой жизни и хозяйства или фабричной дѣятельности.

Поэтому, при санитарной оцѣнкѣ воды въ обыкновенныхъ практическихъ условіяхъ экспертизы, приходится давать въ огромномъ большинствѣ случаевъ заключеніе относительно того, на сколько данный источникъ можетъ подвергаться загрязненіямъ, отъ которыхъ не всегда ограждены даже ключевыя и др. грунтовыя воды (Гертнеръ).

Чтобы дать обстоятельный отвѣтъ на послѣдній вопросъ, необходимо подвергнуть не только воду, но и самый водоемъ всестороннему изслѣдованію.

Хорошая питьевая вода должна прежде всего обладать извѣстными физическими свойствами, безъ которыхъ она не можетъ вполнѣ хорошо удовлетворить своему главному назначенію — утолять жажду и пополнять потери организма въ водѣ, а именно: она должна имѣть освѣжающую температуру между 5—15° Цельсія, пріятный вкусъ, должна быть прозрачной, безцвѣтной, безъ запаха.

Простое испытаніе воды нашими невооруженными органами чувствъ даетъ отвѣтъ, удовлетворяетъ ли вода большинству изъ перечисленныхъ требованій. Только температура воды въ источникѣ нуждается въ неоднократныхъ измѣреніяхъ въ различныя времена года.

Наконецъ, хорошая вода для питья должна имѣть возможно постоянный химическій составъ, мало измѣняющійся по временамъ

года, и должна быть ограждена отъ загрязненія не только въ моментъ изслѣдованія, но и въ будущемъ.

Чтобы рѣшить вопросъ въ каждомъ частномъ случаѣ, удовлетворяетъ ли вода вышеуказаннымъ санитарнымъ требованіямъ, необходимо произвести всестороннее изслѣдованіе ея въ теченіе, по крайней мѣрѣ, четырехъ сезоновъ года съ помощью всѣхъ извѣстныхъ въ данное время способовъ.

Наконецъ, при оцѣнкѣ источниковъ водоснабженія необходимо принимать въ расчетъ не только качество, но и количество воды.

Опредѣленія другихъ свойствъ воды, напр., электропроводности, радіоактивности, пока еще не дали достаточнаго опытнаго матеріала для опредѣленнаго сужденія о значеніи ихъ санитарной оцѣнки воды, но все болѣе и болѣе входятъ въ санитарную практику.

Методы изслѣдованія питьевой воды.

Химическій способъ изслѣдованія.

Химическій анализъ даетъ полное представленіе о количествѣ и свойствахъ всѣхъ веществъ, взвѣшенныхъ и растворенныхъ въ данной водѣ, какъ твердыхъ, такъ и газообразныхъ, органическаго и не органическаго происхожденія.

Опредѣленіе взвѣшенныхъ веществъ даетъ количество и составъ нерастворимыхъ веществъ (мути) и указываетъ на измѣненія физическихъ свойствъ воды.

Опредѣленіе сухого или плотнаго остатка и въ немъ остающихся послѣ прокаливанія веществъ (минеральныхъ солей) даетъ общее представленіе о количествѣ растворенныхъ въ водѣ веществъ и о степени ея минерализаціи. Эти соли по ихъ составу и количеству, въ которыхъ онѣ содержатся въ водахъ для питья, т. е. обыкновенно не болѣе 1 грм. на литръ, не могутъ оказывать какого-либо вреднаго вліянія на потребителей. Наименѣе минерализованы воды болотистаго происхожденія, напр., невская, ладожская вода и др.

Опредѣленіе различными методами органическихъ веществъ (окисляемости) даетъ прямые указанія на относительную чистоту воды или ея загрязненность, а болѣе подробный ана-

лизъ органическихъ веществъ можетъ указать ихъ характеръ и происхожденіе. Болотистыя воды, обыкновенно, содержатъ значительныя количества безразличныхъ растительныхъ веществъ (гумуса).

Болѣе подробное изслѣдованіе минеральныхъ соединений, растворенныхъ въ водѣ, даетъ также возможность судить о степени относительной чистоты воды, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ и объ источникахъ загрязненія. Такими показателями загрязненія воды служатъ прежде всего амміачныя соединения, соли азотистой и азотной кислотъ, особенно если эти соединения имѣются въ питьевой водѣ одновременно.

Какъ выяснилось на основаніи многочисленныхъ анализовъ природныхъ водъ, небольшія количества амміачныхъ соединений могутъ встрѣчаться даже и въ водахъ такихъ водоемовъ, возможность загрязненія которыхъ продуктами распада азотсодержащихъ соединений съ поверхности земли совершенно исключается; таковы, на примѣръ, воды болотнаго происхожденія, воды глубокихъ колодцевъ и даже нѣкоторыхъ ключей. По этой причинѣ присутствіе ничтожныхъ количествъ амміачныхъ соединений само по себѣ въ настоящее время не считается особенно дурнымъ признакомъ, поэтому попытку Шпета¹⁾ выработать новый способъ для сужденія о загрязненности воды на основаніи прироста амміачныхъ солей въ водѣ, при ея храненіи нельзя считать научно обоснованной.

Дѣло существенно мѣняется, если одновременно съ амміачными соединениями питьевая вода содержитъ также и азотистыя соединения, которыя считаются показателемъ несомнѣннаго загрязненія воды разлагающимися подозрительными азотистыми органическими соединениями, при чемъ разложеніе послѣднихъ представляетъ собой не только чисто химическій процессъ окисленія на счетъ кислорода воздуха и кислорода, раствореннаго въ водѣ, но и процессъ біологическій, совершающійся вслѣдствіе жизнедѣятельности нитрифицирующихъ и денитрифицирующихъ микроорганизмовъ (Виноградскій, Маасенъ).

Совмѣстное присутствіе амміачныхъ соединений и азотистокислыхъ солей обыкновенно наблюдается въ очень загрязненныхъ грунтовыхъ водахъ: на примѣръ, изъ 33 колодцевъ Москвы при-

¹⁾ Arch. f. Hygiene. Bd. 74, стр. 237, 1911.

существованіе азотистокислыхъ солей было найдено въ 21; изъ 27 городскихъ колодцевъ г. Перми соли азотистой кислоты были обнаружены въ 21; изъ 204 колодцевъ г. Москвы, изслѣдованныхъ въ послѣднее время, только въ 5 не было найдено вмѣстѣ съ амміачными соединеніями солей азотистой кислоты, и вода этихъ колодцевъ по своимъ физическимъ свойствамъ и составу, скорѣе походила на настой нечистотъ, чѣмъ на питьевую воду (С. С. Орловъ).

Присутствіе въ водѣ для питья соединеній даже одной азотистой кислоты уже въ высокой мѣрѣ дѣлаетъ изслѣдуемую воду подозрительной съ точки зрѣнія ея загрязненности и требуетъ очень внимательнаго обслѣдованія источника.

Если въ водѣ содержатся соли азотной кислоты при отсутствіи солей азотистой кислоты и при ничтожныхъ количествахъ амміачныхъ солей или при отсутствіи послѣднихъ, то соли азотной кислоты сами по себѣ могутъ и не указывать на загрязненіе воды подозрительными веществами; окончательное сужденіе зависитъ отъ того, откуда могли попасть эти соединенія въ питьевую воду: образовались ли они въ самой водѣ или въ непосредственной близости отъ источника вслѣдствіе разложенія органическихъ веществъ, напримѣръ, изъ загрязненной человѣческими изверженіями и отбросами почвы; или же азотно-кислая соли принесены въ водоемъ издалека, какъ это имѣетъ мѣсто въ нѣкоторыхъ артезіанскихъ водахъ; въ послѣднемъ случаѣ онѣ указываютъ на загрязненіе водоема въ давно прошедшемъ времени (Щербakovъ).

Только въ тѣхъ случаяхъ, когда вмѣстѣ съ солями азотной кислоты будутъ найдены также соли азотистой кислоты и болѣе или менѣе значительныя количества амміачныхъ соединеній, имѣются основанія считать происхожденіе азотнокислыхъ соединеній подозрительнымъ въ санитарномъ отношеніи. Такая комбинація обыкновенно и встрѣчается въ водахъ загрязненныхъ колодцевъ.

Такимъ образомъ, опредѣленіе амміачныхъ, азотистыхъ и азотнокислыхъ соединеній даетъ весьма цѣнныя указанія какъ относительно чистоты воды, такъ и относительно энергіи, съ какой идутъ въ водѣ окислительные процессы, процессы самоочищенія воды отъ загрязняющихъ веществъ. Исключенія изъ этого общаго правила, правда, встрѣчаются, но рѣдко.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ могутъ служить показателями загрязненія также соли фосфорной кислоты, которыя содержатся въ мочѣ, и сѣроводородъ. Послѣдній однако иногда встрѣчается въ грунтовыхъ водахъ и происходитъ изъ минеральныхъ сѣрнистыхъ соединений, напр. колчедановъ.

Далѣе опредѣленіе количества хлористыхъ соединений даетъ непосредственныя указанія на пригодность воды, такъ какъ уже при содержаніи 0,3 грамма поваренной соли въ литрѣ воды придаетъ ей слабо соленый вкусъ, а 0,77 грм. хлористаго магнія дѣлаетъ воду явственно горькой (Рубнеръ). Въ комбинаціи съ другими солями, находящимися въ питьевой водѣ, поваренная соль дѣлается съ трудомъ замѣтной на вкусъ, начиная съ 0,5 грамма въ литрѣ, между тѣмъ какъ при содержаніи этого же количества соли дистиллированная вода имѣетъ уже явственно соленый вкусъ (Фишеръ).

Кромѣ того хлориды при извѣстныхъ условіяхъ могутъ служить также и показателемъ загрязненія воды, если вода не солончаковаго происхожденія.

Затѣмъ, опредѣленіе растворенныхъ въ водѣ оснований даетъ также совершенно опредѣленныя указанія относительно качествъ воды. Количество въ водѣ солей щелочноземельныхъ металловъ—кальція и магнія опредѣляетъ жесткость воды, а слѣдовательно указываетъ на то, насколько данная вода будетъ пріятна населенію, выгодна для него и пригодна для техническихъ цѣлей.

Опредѣленіе соединений желѣза нерѣдко служитъ крайне существеннымъ указаніемъ, что данный источникъ не вполне пригоденъ для водоснабженія, такъ какъ достаточно уже 1,5 млгрм. желѣза (Fe) въ литрѣ воды, чтобы испортить вкусъ воды, а иногда и прозрачность и сдѣлать безусловно необходимымъ устройство специальныхъ техническихъ сооружений для удаленія этихъ соединений изъ воды съ послѣдующей фильтраціей для удаленія мути, состоящей изъ выпавшей окиси желѣза.

Кромѣ того желѣзистыя воды даютъ особо благопріятныя условія для пышнаго развитія т. н. желѣзистыхъ бактерій, что ведетъ иногда къ закупориванію водопроводныхъ трубъ.

Какъ было сказано, химическій анализъ даетъ также возможность открыть въ водѣ и ядовитыя вещества, которыя большею частью попадаютъ въ водоемы съ фабрикъ и заводовъ (мышьякъ, хромъ).

Наконецъ, опредѣленіе растворенныхъ въ водѣ газовъ даетъ также весьма цѣнные указанія на относительную чистоту воды и вмѣстѣ съ тѣмъ характеризуетъ тѣ условія, при которыхъ протекають химическіе процессы и біологическая жизнь въ водѣ. Такъ измѣненія въ количествахъ раствореннаго въ водѣ кислорода и скорость исчезновенія его изъ воды въ замкнутыхъ сосудахъ, вмѣстѣ съ другими показателями загрязненія и очищенія воды, даютъ цѣнные данныя для санитарной оцѣнки какъ питьевыхъ, такъ и сточныхъ водъ.

„Показатель измѣняемости“ кислорода, предложенный для санитарной оцѣнки Леви въ 1885 г., въ послѣдніе годы введенъ вновь въ санитарную практику подъ названіемъ „Die Methode der Sauerstoffszehrung“ нѣмецкими авторами (Шпитта, 1902 г. и др.).

Въ дополненіе къ качественной характеристикѣ результатовъ химическаго анализа необходимо коснуться также „количественныхъ нормъ“ и ихъ значенія при санитарной оцѣнкѣ воды, производимой на основаніи результатовъ химическаго анализа.

Уже давно миновало то время, когда такая оцѣнка производилась по извѣстному шаблону, опираясь на общія догматическія нормы, установленныя международными конгрессами, или отдѣльными авторитетами.

Въ настоящее время необходимо признать, что естественныя условія, въ которыхъ находятся источники водоснабженія, составъ и свойства ихъ водъ находятся настолько въ тѣсной зависимости отъ временныхъ и мѣстныхъ условій, что примѣненіе для санитарной оцѣнки ихъ однообразныхъ количественныхъ нормъ совершенно невозможно; такая санитарная оцѣнка можетъ повлечь за собой грубыя ошибки и дать несоотвѣтствующіе реальнымъ условіямъ выводы относительно санитарныхъ достоинствъ питьевыхъ водъ. Слѣпо придерживаясь количественныхъ нормъ, можно цѣлыя обширныя раіоны, оставить безъ водоснабженія, такъ какъ имѣющіяся въ нихъ питьевыя воды не будутъ удовлетворять установленнымъ санитарнымъ нормамъ въ томъ или иномъ отношеніи.

Слѣдовательно, при санитарной оцѣнкѣ воды кромѣ установленныхъ гигиенической наукой вышеприведенныхъ общихъ требованій, которымъ должна удовлетворять хорошая питьевая вода, необходимо также принимать во вниманіе мѣстныя усло-

вія, свойства естественныхъ запасовъ питьевыхъ водъ и ихъ составъ, не понижая, однако, установленныхъ наукой требованій безъ крайнихъ достаточныхъ основаній.

Вліяніе мѣстныхъ причинъ можно усмотрѣть и въ старыхъ количественныхъ нормахъ, если сравнить, на примѣръ, нормы химическаго состава, установленныя для санитарной оцѣнки воды на Европейскомъ континентѣ и въ Англіи.

Миллиграммы на литръ.		
	Брюссель- ская комис- сія 1903 г.	Нормы Паркса.
Плотный остатокъ	500	858
Органическихъ веществъ	50	22
Ангидрида сѣрной кислоты	—	111,5
Хлора	2—8	87
Амміака	Не должно быть.	
Азотистой кислоты	Не должно быть.	

Такимъ образомъ удовлетворяющія своимъ санитарнымъ нормамъ питьевыя воды Англіи по нормамъ континента должны были бы быть признаны неудовлетворительными по слишкомъ большому вѣсу плотнаго остатка и очень большому содержанію хлора и сѣрной кислоты. Наоборотъ, по содержанію органическихъ веществъ континентальныя воды, удовлетворяя нормамъ континента, были бы забракованы въ Англіи какъ содержащія слишкомъ много органическихъ веществ¹⁾.

Вѣроятная причина указанныхъ различій заключается въ томъ, что за типичныя воды для установленія англійскихъ нормъ Парксу служили жесткія грунтовые воды, содержащія значительныя количества гипса, которыя обыкновенно содержатъ въ растворѣ относительно много солей и сравнительно меньше органическихъ веществъ, чѣмъ воды, получаемыя изъ другихъ геологическихъ напластованій. Нѣсколько иныя воды были приняты за типичныя Брюссельскимъ конгрессомъ.

Возьмемъ далѣе для примѣра еще нормы, установленныя въ 1885 г. для Франціи высшимъ французскимъ санитарнымъ учрежденіемъ (Comité Consultatif de France):

¹⁾ Для пересчета на кислородъ вѣсь органическихъ веществъ дѣлится на 20, а на марганцевокалиевую соль — на 5.

Миллиграммы на литръ.

	Вода чистая.	Допустимая.	Подозрительная.	Плохая.
Хлора	менѣе 15	менѣе 40	50—100	болѣе 100
Сѣрнаго ангидр. .	2—5	5—30	болѣе 30	„ 50
Орган. веществъ .	15	менѣе 40	40—70	„ 100
Жесткость общая	5—15 ⁰ фр.	15—20 ⁰	болѣе 30 ⁰	„ 100
„ послѣ кипяченія . . .	2—5	5—12	12—18	„ 30

Очевидно, что вода, признанная вполне удовлетворительною въ санитарномъ отношеніи на основаніи вышеприведенныхъ нормъ Брюссельскаго конгресса и нормъ Паркса, должна быть признана „водой не чистой“ и даже „подозрительной“ по французскимъ нормамъ.

Изъ приведенныхъ данныхъ видно, что механическое сопоставленіе результатовъ санитарно-химическаго анализа съ тѣми или иными нормами, какъ это, къ сожалѣнію, еще продолжаетъ практиковаться многими лабораторіями, не выдерживаетъ научной критики и можетъ дать въ нѣкоторыхъ случаяхъ крайне печальныя практическія слѣдствія, особенно въ тѣхъ, когда заключеніе дается только на основаніи анализа пробъ воды, присланныхъ для изслѣдованія въ лабораторію, и когда лицо, дающее заключеніе, не имѣетъ обстоятельныхъ свѣдѣній о самомъ источникѣ и другихъ мѣстныхъ условіяхъ.

Въ настоящее время во многихъ случаяхъ вышеприведенныя количественныя нормы слѣдуетъ признать не нормами, а скорѣе идеаломъ, къ которому необходимо стремиться при изысканіяхъ источника для водоснабженія, но который на практикѣ можетъ быть достигнутъ далеко не всегда.

Мы лично полагаемъ, однако, что при дальнѣйшемъ накопленіи фактическихъ свѣдѣній относительно химическаго состава водъ различныхъ категорій источниковъ и въ различныхъ мѣстностяхъ можетъ явиться со временемъ возможность установить менѣе схематическія нормы для санитарной оцѣнки питьевыхъ водъ, чѣмъ существующія, напримѣръ, по категоріямъ источниковъ и для сравнительно небольшихъ территорій. Пояснимъ нашу мысль примѣромъ. Положимъ, что химическое изслѣдованіе рѣчныхъ водъ въ данной мѣстности показало, что въ нихъ содержится сравнительно много органическихъ веществъ, растительнаго происхожденія (гуминовыхъ) значительно больше, чѣмъ это допускается установленными нормами, но въ другихъ

отношеніяхъ эти воды удовлетворительны. Было бы въ высшей степени не научно на этомъ основаніи забраковать такую воду, если лучшаго источника для водоснабженія не имѣется и если эти органическія вещества неподозрительнаго происхожденія. Единственно къ чему слѣдуетъ стремиться въ этихъ случаяхъ, это къ тому, чтобы изъ такого типа водъ, при прочихъ равныхъ условіяхъ, была взята для водоснабженія вода съ наименьшимъ содержаніемъ органическихъ веществъ сравнительно съ водами той же мѣстности и той же категоріи источниковъ.

Совершенно то-же самое имѣетъ мѣсто и по отношенію къ жесткости воды. Существуютъ цѣлые обширные раіоны, въ которыхъ единственными источниками для водоснабженія могутъ служить водоемы съ очень жесткой водой, и въ такихъ мѣстностяхъ невозможно найти воды, которая удовлетворяла бы допустимымъ нормамъ жесткости (15—20 град. нѣм.). Проф. Леманъ указываетъ на Вюрцбургъ, который снабженъ водой очень жесткой, имѣющей общую жесткость болѣе 30 нѣмецкихъ градусовъ. То-же самое имѣетъ мѣсто въ г. Юрьевѣ-Дерптѣ, въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ побережья Каспійскаго моря и Закаспійской области (проф. Арнольдъ), въ Екатеринославской губ. выше 60 нѣм. град. (Е. Буткевичъ) и въ Донской области до 100 нѣм. гр. (проф. Хлопинъ), гдѣ пользуются жесткой водой за неимѣніемъ болѣе мягкой воды. Если населеніе привыкло пить жесткую воду, то оно при устройствѣ водопровода съ жесткой водой не будетъ высказывать неудовольствій; наоборотъ, если населеніе привыкло къ мягкой водѣ, то необходимо и для водопровода изыскать воду наименѣе жесткую, какая имѣется въ данной мѣстности, при исполнѣ хорошихъ другихъ качествахъ, во избѣжаніе неудовольствій со стороны потребителей. Хорошей иллюстраціей послѣдней мысли можетъ служить водопроводъ въ г. Самарѣ, питающійся очень жесткой колодезной водой (болѣе 30 нѣм. град.), изъ котораго много лѣтъ только поливали улицы и тушили пожары, такъ какъ населеніе отказывалось пить такую жесткую воду, привыкнувъ къ мягкой водѣ изъ р. Волги.

Наконецъ, слѣдуетъ упомянуть также объ огромныхъ пространствахъ нашихъ степей, въ которыхъ источники содержатъ воду съ большимъ содержаніемъ поваренной соли, такъ какъ здѣсь вода берется изъ солончаковой почвы. Для подобныхъ раіоновъ должны быть установлены свои нормы химическаго состава. Въ этомъ направленіи уже началась работа и

у насъ въ Россіи (Арнольдъ, Г. Кирилинъ ¹⁾ (1907 г.), Е. А. Буткевичъ ²⁾ (1914 г.), проф. П. ф. Веймарнъ ³⁾ (1915 г.).

Еще болѣе шатко стоятъ бактериологическія количественныя нормы для санитарной оцѣнки питьевой воды.

Предложенная въ началѣ норма въ 50—60 колоній въ одномъ куб. сант. воды (Люббертъ) скоро была увеличена до 50—150 (Плягге и Проскауеръ), затѣмъ до 300 (Кохъ и др.) и даже до 1000 колоній въ 1 куб. сант. (Пфейферъ).

Несмотря на это, Микель далъ слѣдующую весьма условную классификацію водъ для питья на основаніи количества содержащихся въ ней микроорганизмовъ:

Схема Микеля.

При содержаніи:

отъ	0 до	10 колоній въ 1 куб. сант. вода	чрезвычайно чистая
"	10 "	100 "	" " 1 " " " весьма "
"	100 "	1000 "	" " 1 " " " чистая "
"	1000 "	10000 "	" " 1 " " " посредственная "
"	10000 "	100000 "	" " 1 " " " нечистая "
болѣе		100000 "	" " 1 " " " весьма нечистая "

На крайнюю шаткость данныхъ, которыя даетъ бактериологическій количественный анализъ для санитарной оцѣнки питьевыхъ водъ различныхъ родовъ источниковъ, напримѣръ, рѣкъ и колодцевъ, нами было указано еще въ 1889 г. и затѣмъ въ 1896 г., въ періодъ увлеченія этимъ способомъ. Въ настоящее время такая точка зрѣнія на эти нормы раздѣляется большинствомъ авторитетныхъ гигиенистовъ. Рубнеръ, напримѣръ, отмѣчаетъ (1907 г.), что не только невозможно дать предѣльной нормѣ количества бактерій общаго значенія для всѣхъ категорій

¹⁾ Г. Кирилинъ. О выработкѣ нормъ для санитарной оцѣнки воды. 1907 г. Отг. изъ Трудовъ сѣзда работающихъ въ Тургайско-Уральскомъ переселенческомъ районѣ.

²⁾ Е. А. Буткевичъ, д-ръ химіи инстр. ун. О нормахъ и оцѣнкѣ доброкачественности водъ. 1914 г. Отд. отг. Авторъ на основаніи 235 анализовъ, исключительныхъ по ихъ высокой жесткости, пытается установить для нихъ мѣстныя нормы.

³⁾ П. П. Веймарнъ, проф. Горн. Инст. Проектъ химическихъ нормъ для столовыхъ питьевыхъ водъ. Докладъ сѣзду по улучшенію отечественныхъ лечебныхъ мѣстностей. Отг. изъ Трудовъ сѣзда, 1915 г. Вып. vi, стр. 390. Авторъ пытается подойти къ нормировкѣ качествъ питьевыхъ водъ посредствомъ сопоставленія анализовъ воды русскихъ источниковъ.

водѣ, но что этого иногда нельзя сдѣлать и для водѣ одного и того же происхожденія; на примѣръ, для водѣ изъ насосныхъ колодцевъ нѣтъ возможности установить подобныя предѣльныя нормы.

Изъ всего вышеизложеннаго слѣдуетъ, что въ настоящее время какъ химическія, такъ и бактериологическія количественныя нормы утратили свое прежнее догматическое и общее значеніе.

Можно-ли, однако, на практикѣ при санитарной оцѣнкѣ воды обходиться совершенно безъ количественныхъ нормъ?

Санитарная практика показываетъ, что давать заключенія о достоинствахъ питьевой воды на основаніи данныхъ химическаго анализа, совершенно откинувъ изъ соображеній количественныя нормы, крайне трудно, почти совершенно невозможно, не впадая въ субъективизмъ и произволь.

Тиманъ и Гертнеръ пишутъ, что такія „нормы или цифры для сравненія“ для аналитика необходимы, такъ какъ онѣ облегчаютъ составить представленіе о „чистой“ природной водѣ, даютъ возможность констатировать загрязненіе источника и являются стимуломъ для отысканія водѣ лучшаго качества.

Только послѣднимъ обстоятельствомъ и можно объяснить существованіе подобныхъ нормъ, несмотря на отрицательное къ нимъ отношеніе въ принципѣ почти всѣхъ гигиенистовъ.

Такъ союзъ швейцарскихъ химиковъ установилъ слѣдующія нормы для оцѣнки питьевой воды: вода не должна содержать живыхъ инфузорій и болѣе 150 колоній бактерій въ 1 куб. сант. Вода не должна содержать въ литрѣ:

Сухого остатка	болѣе 500 млгр.
Органическихъ веществъ	„ 50 „
Амміака	только слѣды
Азотной кислоты	болѣе 20 млгр.
Хлора	„ 20 „

Не безинтересно отмѣтить, что въ нѣсколько болѣе позднемъ изданіи руководства для швейцарскихъ санитарныхъ лабораторій (1899 г.) уже совершенно не нормируется количество бактерій.

Въ послѣднемъ руководствѣ указывается, однако, такой способъ пользованія химическими количественными нормами, который въ значительной степени гарантируетъ отъ ошибокъ въ экспер-

тизѣ и очень близко стоитъ къ развиваемой нами „раіонной“ точкѣ зрѣнія на подобныя нормы. Онъ рекомендуетъ результаты химическаго изслѣдованія „прежде всего сравнивать съ результатами изслѣдованія такихъ питьевыхъ водъ данной мѣстности, которыя на основаніи повторныхъ изслѣдованій оказались самыми чистыми и имѣющими наиболѣе постоянный составъ“. Принимая же во вниманіе, что въ Швейцаріи питьевыя воды во многихъ мѣстностяхъ изслѣдованы подробно, что вся страна изучена прекрасно въ гидрологическихъ и другихъ отношеніяхъ, принимая наконецъ, во вниманіе малую площадь этой страны сравнительно съ Россіей, все это вмѣстѣ взятое отнимаетъ отъ швейцарскихъ нормъ ихъ схематичность и придаетъ имъ тотъ характеръ мѣстныхъ, порайонныхъ нормъ, о которыхъ мы говоримъ.

Леманъ приводитъ предѣльныя цифры Тимана и Гертнера, съ которыми и рекомендуетъ сравнивать полученные при анализѣ результаты, оговариваясь, что эти предѣльныя цифры нельзя понимать въ томъ смыслѣ, что всякая вода, содержащая въ растворѣ меньшія количества, хороша, а большія—дурна.

По Тиману и Гертнеру (1895 г.), въ одномъ литрѣ хорошей воды для питья содержится обыкновенно не болѣе:

Сухого остатка	500	мгрм.	
Органическихъ веществъ . .	40—50	„	(8—10 марганц. калиевой соли)
Окиси кальція и магнія . .	180—200	„	или 20 нѣм. град.
Хлора	20—30	„	
Сѣрной кислоты (SO ₃) . .	80—100	„	
Азотной (N ₂ O ₅) . .	5—15	„	
Амміака	} Крайне ничтожные слѣды, т. е. едва замѣтная реакція въ несконцентрированной водѣ.		
Азотистой кислоты			

С. В. Шидловскій въ 1881 г. (въ своей диссертациі), предлагалъ для солевого состава питьевыхъ водъ установить фізіологическія или фармакологическія количественныя нормы.

Флюгге, который дальше всѣхъ гигиенистовъ ушелъ въ отрицаніи всякихъ нормъ и даже значенія научныхъ способовъ изслѣдованія воды, тѣмъ не менѣе, въ своемъ учебникѣ (1897 г.) нормируетъ жесткость по Тиману и Гертнеру—200 мгр. на литръ, нормируетъ также количество свинца—0,05 мгр. на литръ.

Рубнеръ, который относится къ существующимъ нормамъ отрицательно, въ послѣднемъ изданіи своего руководства по ги-

гiенѣ, тѣмъ не менѣе, приводить количественныя нормы Рейхардта съ тою цѣлью, чтобы дать нѣкоторыя точки опоры для оцѣнки питьевой воды, хотя и не признаеть за этими нормами общаго значенія.

Нормы Рейхардта:

Сухого остатка	100—500	мгрм. на литръ.
Извести	100—200	" " "
Азотной кислоты	4	" " "
Органическихъ веществъ	10—50	" " "
Хлора	2—8	" " "
Сѣрной кислоты	2—60	" " "

То-же дѣлають Эрисманъ и Праусницъ.

Ожье и Бонжанъ, относясь также отрицательно къ нормамъ, установленнымъ Брюссельскимъ конгрессомъ и французскимъ Comité Consultatif d'Hygiène de France, какъ къ догмѣ, точно фиксирующей предѣлы, которыхъ преступить нельзя, тѣмъ не менѣе указываетъ, что „хорошія питьевыя воды содержатъ отъ 200—250 мгр. известковыхъ солей.“

Такимъ образомъ, всѣ цитированные авторы, отрицая количественныя нормы въ принципѣ, въ бѣльшей или меньшей степени принимаютъ ихъ въ соображеніе, когда переходятъ къ практической санитарной оцѣнкѣ питьевой воды ¹⁾.

Микробиологическіе способы изслѣдованія воды.

Весьма существенное значеніе имѣють далѣе также микробиологическіе способы изслѣдованія воды, которые въ извѣстныхъ случаяхъ дополняютъ данныя, полученныя физико-химическимъ способомъ, а въ другихъ даютъ новыя точки опоры для санитарной оцѣнки воды. Биологическіе способы изслѣдованія распадаются на двѣ группы: на бактеріологическій способъ и на биологическій (микроскопическій).

Бактеріологическій способъ.

Бактеріологическое изслѣдованіе воды въ санитарныхъ цѣляхъ въ настоящее время примѣняется въ двухъ ви-

¹⁾ Такъ нашъ Мед. Сов. въ 1916 г. былъ вынужденъ по практическимъ соображеніямъ установить нормы состава для питьевыхъ, столовыхъ и минеральныхъ водъ (си. Приложение).

дахъ: въ формѣ количественнаго анализа, то есть опредѣленія числа микроорганизмовъ въ единицѣ объема изслѣдуемой воды (въ 1 куб. сант.) и въ видѣ качественнаго анализа, то есть опредѣленія родовъ и видовъ встрѣчающихся въ водѣ бактеріальныхъ формъ.

Опредѣленіе числа микроорганизмовъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ даетъ извѣстную характеристику изслѣдованной воды съ точки зрѣнія ея относительной чистоты и особенно примѣнимо въ тѣхъ случаяхъ, когда идетъ рѣчь о сравнительной оцѣнкѣ воды одного и того-же водоема, но въ разное время или въ разныхъ частяхъ его, напримеръ, при изслѣдованіи воды рѣкъ выше источниковъ загрязненія и ниже ихъ; при изслѣдованіи въ разные времена года. При такихъ условіяхъ число бактерій иногда даетъ болѣе рѣзкія указанія на ходъ загрязненія или самоочищенія воды, чѣмъ химическій анализъ.

Прекрасной иллюстраціей сказаннаго могутъ служить слѣдующія среднія данныя сравнительнаго изслѣдованія воды р. Сены за періодъ времени съ 1887 по 1893 г. включительно и р. Москвы (Коцинъ ¹⁾).

Р. Сена:	Число бактерій.	Окисляемость (Кислорода для окисл. орган. вещ.).	Количество, ра- створ. въ водѣ кислор.
Выше Парижа	50254	2,5 мгрм.	10,7 мгрм.
Въ чертѣ Парижа	61209	2,7 "	10,6 "
Ниже Парижа	165762	1,4 "	10,0 "
Р. Москва:	Число бактерій.	Окисляемость (Кислорода, и- дущий на окисл. орган. вещ.).	Кислородъ, ра- створенный въ водѣ.
На 40 верстъ выше г. Москвы	4466	5,06	7,78
Сейчасъ по выходѣ изъ г. Москвы	337000	7,08	5,57
На 20 верстъ ниже г. Москвы	270560	6,02	6,02

Химическіе показатели загрязненія здѣсь дали правильныя, но небольшія измѣненія въ загрязненіи воды, число же бактерій возросло болѣе, чѣмъ въ три раза.

Ненадежныя данныя для сравненія получаютъ при опредѣ-

¹⁾ М. Б. Коцинъ. Опытъ систематическаго наблюденія надъ колебаніями химическаго и бактеріологическаго состава воды Москвы-рѣки. М. 1889. г., дисс.

леніи числа микроорганизмовъ въ колодцахъ, въ водѣ которыхъ число микроорганизмовъ въ теченіе короткихъ сроковъ измѣняется въ широкихъ предѣлахъ. Напримѣръ, въ одномъ и томъ-же колодцѣ было найдено 21 іюля 80 колоній, а 29 іюля того же года 10,000 колоній въ 1 куб. сант. (Бухнеръ). Въ нѣкоторыхъ случаяхъ число бактерій въ колодезныхъ водахъ совершенно не соотвѣтствуетъ свойствамъ воды: въ колодцахъ съ безупречной водой нами было найдено отъ 1500 — 19000 кол. въ 1 куб. сант., а въ загрязненныхъ колодцахъ вдвое, втрое меньше (Хлопинъ). Гертнеръ въ водѣ одного колодца съ безупречной водой нашелъ 50625 кол. въ 1 куб. сант.

Опредѣленіе числа микроорганизмовъ даетъ мало указаній на источникъ и на характеръ загрязненія.

Сравнивать между собой по ихъ достоинствамъ различные водоемы, напримѣръ, колодцы съ рѣками, рѣки съ озерами и т. д., основываясь на данныхъ счета бактерій, слѣдуетъ избѣгать, или дѣлать это съ величайшей осторожностью и только имѣя въ рукахъ результаты изслѣдованія тѣхъ же образцовъ воды всѣми другими способами. Широкое примѣненіе нашелъ счетъ колоній при оцѣнкѣ способовъ и приборовъ, назначенныхъ для очистки и обезвреживанія питьевой воды, напр., фильтровъ, озонированія и друг., а также при контролѣ за дѣйствіемъ такихъ установокъ.

Качественный бактериологическій анализъ въ свою очередь можетъ преслѣдовать двѣ цѣли. Онъ можетъ производиться или въ видѣ полнаго бактериологическаго анализа, то есть, опредѣленія всѣхъ видовъ микроорганизмовъ, какіе только вырастаютъ на нашихъ искусственныхъ питательныхъ средахъ, или же направляться только на открытіе нѣкоторыхъ микроорганизмовъ, представляющихъ особъй интересъ въ санитарномъ отношеніи для оцѣнки питьевой воды.

Полный бактериологическій качественный анализъ въ санитарной практикѣ примѣняется очень рѣдко, такъ какъ получаемые съ его помощью результаты по большей части не оправдываютъ затраченнаго на изслѣдованіе труда и времени. Громадное большинство водныхъ бактерій принадлежитъ къ невиннымъ сапрофитамъ, встрѣчающимся въ водахъ самыхъ разнообразныхъ по ихъ чистотѣ и доброкачественности и потому рѣдко даютъ какія либо новыя точки опоры для санитарной оцѣнки. Такого рода изслѣдованія въ настоящее время представляютъ преимущественно теоретическій научный интересъ и при са-

нитарныхъ изслѣдованіяхъ воды примѣняются только для полноты картины.

Предложеніе Коха судить о качествѣ воды по числу разжижающихъ желатину колоній въ настоящее время совершенно оставлено, когда оказалось, что наиболѣе вредные микроорганизмы, какъ на примѣръ, брюшнотифозная палочка, или подозрительные, на примѣръ, группа кишечной палочки, желатину не разжижаютъ.

Точно также мало обосновано предложеніе ботаника Мигули судить о качествѣ воды по количеству встрѣчающихся въ ней различныхъ видовъ микроорганизмовъ, такъ какъ разнообразіе бактеріальной флоры не всегда обуславливается меньшей чистотой водоема или его загрязненіемъ (Мецъ).

Кромѣ того, пользуясь обычной методикой бактеріологическаго анализа воды, въ настоящее время мы и не можемъ имѣть никакой надежды опредѣлить всѣ находящіяся въ водѣ виды микроорганизмовъ, а только болѣе или менѣе значительную ихъ часть. По этой причинѣ какъ бы тщательно не былъ произведенъ анализъ микроорганизмовъ, выросшихъ на нашихъ употребительныхъ питательныхъ средахъ: бульонѣ, желатинѣ и агаръ-агарѣ, отъ опредѣленія ускользнутъ цѣлыя группы микроорганизмовъ, на примѣръ, всѣ анаэробныя микробы, вызывающіе нитрификацію, и многіе другіе. Нужно замѣтить, что анаэробныхъ микробовъ, даже въ очень загрязненныхъ водахъ содержится весьма мало (5—10 колоній въ 1 куб. сант.).

Значительно практичнѣе при санитарной оцѣнкѣ воды направить качественное бактеріологическое изслѣдованіе только на извѣстные виды микроорганизмовъ, значеніе которыхъ для оцѣнки качествъ воды опредѣленно выяснено. Въ такомъ случаѣ задача изслѣдователя значительно облегчается, хотя вслѣдствіе несовершенствъ самой методики и въ этомъ направленіи наши изслѣдованія ограничены пока очень узкими предѣлами.

Въ первую очередь при качественномъ санитарномъ изслѣдованіи должно быть поставлено отыскиваніе въ водѣ такихъ бактерій, которыя служатъ опредѣленными и признанными показателями загрязненія водоема человѣческими изверженіями, то есть, на указателей, такъ называемаго, фекальнаго загрязненія.

Послѣ довольно продолжительнаго разногласія относительно того, слѣдуетъ ли признать кишечную палочку—обычнаго обитателя кишечника и экскрементовъ здоровыхъ людей и животныхъ, на столько распространенной въ природѣ и въ водоемахъ, что ее можно найти всегда даже и въ самыхъ чистыхъ водахъ (Флюгге, Вейсенфельдъ), въ настоящее время какъ бактериологи, такъ и гигиенисты пришли къ убѣжденію, что эту палочку нельзя считать вездѣсущей; въ безупречно чистыхъ водахъ она встрѣчается только какъ исключеніе и можетъ быть обнаружена только въ очень большихъ объемахъ изслѣдуемой воды. (Дунбаръ, Кайзеръ, Фрейденрейхъ и др.). Въ виду послѣдняго, слѣдуетъ признать, что присутствіе кишечной палочки въ питьевой водѣ служить показателемъ фекальнаго загрязненія ея, но только въ томъ случаѣ, если результаты общаго анализа не противорѣчатъ этому выводу (Бонжанъ).

Проф. Эйкманъ ¹⁾ предложилъ (1904 г.) простой и изящный способъ для изслѣдованія воды на фекальное загрязненіе, основанный на томъ, что кишечная палочка и родственные ей микроорганизмы обладаютъ способностью вызывать броженіе въ средѣ, содержащей виноградный сахаръ, при сравнительно высокой температурѣ въ 46° Ц.

Этимъ принципомъ, предложеннымъ впервые Роде, удается выделить группу кишечной палочки изъ другихъ водныхъ сапрофитовъ; затѣмъ необходимо посѣвами на избирательныхъ средахъ и изученіемъ свойствъ выдѣленныхъ колоній убѣдиться, имѣемъ ли мы дѣло съ истинной, типичной кишечной палочкой (*B. coli communis*).

Чѣмъ подозрительнѣе вода, тѣмъ въ меньшихъ объемахъ ея удастся открыть кишечную палочку по способу Эйкмана и наоборотъ, этимъ дана возможность не только констатировать фекальное загрязненіе воды, но и устанавливать извѣстныя градаціи этого загрязненія въ отдѣльныхъ случаяхъ, т. н. „титръ“.

Вслѣдствіе широкаго распространенія кишечной палочки въ естественныхъ водоемахъ, явилась необходимость опредѣлять этотъ микроорганизмъ количественно и сообразно числу колоній давать санитарную оцѣнку воды. По этому Венсанъ и нѣкоторые другіе авторы пытались установить количественно

¹⁾ Zentralbl. f. Bakt. I Abth. Orig. 37, S. 742. 1904.

предѣльные числа (титръ) для кишечной палочки. Числа эти условны, какъ и вышеприведенная схема Микеля для числа бактеріи.

Приводимъ числа Уиппла (Whipple):

По этому автору вода считается:

Здоровой, если кишечная палочка найдена только въ 100 куб. сант. ея и болѣе.									
Достаточно здоровой, если киш. пал.	"	"	"	"	"	10	"	"	"
Сомнительной	"	"	"	"	"	1	"	"	"
Нездоровой	"	"	"	"	"	0,1	"	"	"
Соверш. нездоровой	"	"	"	"	"	0,01	"	"	"

Предполагается, что кишечная палочка будетъ отыскиваться въ водѣ по способу Эйкмана-Буллира.

Почти одновременно съ Эйкманомъ предложили свой способъ изслѣдованія воды на загрязненіе фекальными массами Петрушка и Пушъ, основанный также на томъ, что при повышенной температурѣ ростъ водныхъ сапрофитныхъ бактерій задерживается, а бактеріи изъ группы кишечной палочки при этихъ условіяхъ сохраняютъ свою жизнеспособность и размножаются. При своей „термофильной пробѣ“ Петрушка и Пушъ засѣваютъ изслѣдуемую воду въ различныхъ разведеніяхъ въ обыкновенный бульонъ и ставятъ при температурѣ въ 37° Ц. въ термостатъ на 24 часа. Если по истеченіи этого срока бульонъ диффузно помутнѣлъ, это указываетъ на развитіе, такъ называемыхъ, „термофильныхъ“ бактерій (терминъ неудачный, такъ какъ термофильныя бактеріи развиваются при 50°—70°), въ числѣ которыхъ можетъ находиться и кишечная палочка. Для того, чтобы узнать, есть ли среди нихъ типичная кишечная палочка, дѣлаютъ посѣвы на дифференціальныя среды, напримѣръ, на среду Дригальскаго, Эндо, Подлевскаго и другія.

Какъ показали сравнительныя изслѣдованія, произведенныя въ нашей лабораторіи прив.-доц. (нынѣ проф.) К. Э. Добровольскимъ, оба послѣдніе способа даютъ весьма согласные результаты.

Послѣдній способъ также даетъ возможность распредѣлять изслѣдуемыя воды на категоріи по степени ихъ загрязненія, по т. н., „термофильному титру“.

Способъ Эйкмана, какъ болѣе простой, нашелъ себѣ широкое примѣненіе въ послѣднее время при санитарномъ изслѣдованіи питьевыхъ водъ (Кристіанъ, комиссія Хлопина при мед. совѣтѣ 1907 г., Новакъ, Вортманъ, С. Добросклон-

скій), также при контролѣ за дѣйствіемъ фильтровъ и за озонированіемъ воды (Хлопинъ и Добровольскій и др.) и вытѣснилъ болѣе сложные приемы выдѣленія этихъ микроорганизмовъ съ питательныхъ средъ. Въ послѣднее время (съ 1907 г.) особенно широкое примѣненіе нашло видоизмѣненіе способа Эйкмана, предложенное Булиромъ (бульонъ съ маннитомъ и краской нейтральротъ) и Новакомъ (выращиваніе при 37° Ц.; т. н. „вторичный Эйкманъ“). Кромѣ кишечной палочки предложена съ той же цѣлью еще клоачная палочка (Л. М. Горовицъ-Власовой въ 1911 г.). Въ нѣкоторыхъ случаяхъ встрѣчается надобность направить качественный бактериологическій анализъ на опредѣленные патогенные микроорганизмы и преимущественно на отыскиваніе возбудителя брюшного тифа Эберта и на холерный вибрионъ Коха. Подобныя изслѣдованія необходимы въ тѣхъ случаяхъ, когда имѣются въ районѣ водоемовъ эпидеміи тифа или холеры и требуется выяснить, не участвуетъ ли въ распространеніи болѣзней питьевая вода.

Послѣ посѣва на твердыя питательныя среды и выдѣленія изъ массы другихъ водныхъ бактерій кишечной палочки и брюшнотифозной, морфологически сходныхъ между собой, послѣднюю безъ особеннаго труда распознаютъ, пользуясь ея отрицательными свойствами: не возбуждать броженія винограднаго сахара, не образовать индола и не измѣнять цвѣта нѣкоторыхъ особыхъ питательныхъ средъ, напримѣръ, среды Дригальскаго-Конрада и другихъ, а также посредствомъ метода агглютинаціи.

Нельзя не отмѣтить, что найти тифозную палочку въ питьевой водѣ весьма трудно и, несмотря на многочисленныя попытки, удалось немногимъ [по прив. доц. Л. М. Горовицъ-Власовой¹⁾ до 1917 г. не болѣе 25 разъ].

Смѣшеніе съ третьимъ микроорганизмомъ, морфологически сходнымъ съ брюшнотифозной и кишечной палочками, также иногда встрѣчающимся въ питьевой водѣ—съ палочкой дезинтеріи Чига, устраняется посѣвомъ на дифференціальныя среды съ нутрозой, маннитомъ и сахаромъ (Бардзиковъ).

1). Прив. доц. Л. Горовицъ-Власова. О бактериологическомъ способѣ изслѣдованія воздуха, почвы и воды. 1916 г. „Ученіе о микроорганизмахъ“, Ч. П. 1916 г., стр. 189. Изд. Эттингера, подъ ред. проф. С. И. Златогорова.

Что же касается нахождения въ водѣ для питья холернаго вибриона, то по настоящее время для этой цѣли пользуются способностью его подниматься на поверхность пептонной воды послѣ стоянія въ термостатѣ при температурѣ 37° Ц. и образовать нѣжную пленку. Изъ этой пленки легко выдѣлить холерный вибрионъ въ чистой культурѣ послѣомъ на твердыхъ средахъ и продѣлать съ нимъ всѣ характерныя реакціи; при этомъ необходимо имѣть въ виду, что въ питьевой водѣ находится очень много холероподобныхъ вибрионовъ, такъ, напримѣръ, въ Гамбургѣ въ теченіе 1893 по 1902 г. въ водѣ р. Эльбы было выдѣлено 389 холероподобныхъ вибрионовъ (Праусницъ); по этой причинѣ во избѣжаніе ошибокъ необходимо пользоваться для дифференціальной діагностики не одной или двумя важнѣйшими реакціями, а необходимо принять во вниманіе совокупность свойствъ этого микроорганизма, какъ то: морфологическія свойства холерной культуры (характерное разжиженіе желатины, ростъ на пептонной водѣ, отсутствіе фосфоресценціи въ молодой агаровой культурѣ, видъ вибрионовъ въ висячей каплѣ); нитрозоиндоловую реакцію, патогенность для морскихъ свинокъ, феномень Пфейфера и агглютинацію.

Изслѣдованія біологическихъ свойствъ холернаго вибриона во время послѣдней эпидеміи холеры въ С.-Петербургѣ, произведенныя т. н. „холернымъ комитетомъ“, дали цѣлый рядъ фактовъ, указывающихъ на уклоненія холернаго вибриона, выдѣленнаго изъ воды, отъ типичнаго вибриона и на необходимость самаго тщательнаго и всесторонняго изслѣдованія выдѣляемыхъ изъ воды запятовидныхъ микробовъ (1911 г., Заболотный, Златогоровъ, Яковлевъ Горовицъ-Власова и др.).

Къ сожалѣнію, кромѣ методовъ нахождения въ водѣ брюшнотифозной, дезинтерійной палочекъ и холернаго вибриона въ настоящее время еще не имѣется хорошо выработанныхъ методовъ для нахождения другихъ патогенныхъ микроорганизмовъ въ питьевой водѣ и мы даже не знаемъ, какіе патогенные микробы вообще могутъ въ водѣ встрѣчаться.

Методъ испытанія водныхъ бактерій на животныхъ съ цѣлью найти среди нихъ патогенныхъ для человека, къ сожалѣнію, даетъ очень мало указаній и съ его помощью удалось пока только найти нѣсколько микроорганизмовъ, патогенныхъ для опытныхъ животныхъ (*Micrococcus aureus* и др. возбудители на-

гноенія). Нельзя поэтому, не согласиться съ мнѣніемъ, что практическаго значенія, этотъ способъ для санитарной оцѣнки воды пока не имѣетъ (Мецъ).

Біологическій (микроскопическій) способъ.

Съ очень давняго времени и значительно раньше, чѣмъ былъ введенъ въ санитарную практику бактеріологическій методъ, при изслѣдованіи воды гигиенистами примѣнялся микроскопическій способъ, какъ дополненіе къ химическому анализу ея. Микроскопическое изслѣдованіе обыкновенно направлялось, съ одной стороны, на осадки и взвѣшенные вещества (мутъ), съ другой, на живые растительные и животные микроорганизмы. Однако до послѣдняго времени микроскопическій методъ занималъ очень скромное мѣсто при санитарномъ изслѣдованіи воды и примѣнялся далеко не во всѣхъ случаяхъ, а только въ тѣхъ, при которыхъ впередъ можно было ожидать отъ него полезныхъ результатовъ, напримѣръ, когда можно было ожидать присутствіе въ водѣ характерныхъ остатковъ, указывающихъ на загрязненіе экскриментами (обрывки поперечно-полосатыхъ мышцъ, окрашенные въ зеленоватый цвѣтъ желчью), хозяйственными или фабричными нечистотами (зерна крахмала, растительныя волокна и т. п.).

Въ настоящее время подъ названіемъ біологическаго метода особенное развитіе получила та часть микроскопическаго изслѣдованія воды, которая имѣетъ цѣлью опредѣлить простѣйшія растительныя и животныя формы, живущія въ питьевыхъ и сточныхъ водахъ (фито-зоопланктонъ), а также въ илѣ дна и у береговъ (бентось).

Такимъ образомъ біологическій методъ изслѣдованія питьевыхъ водъ не представляетъ собой какого либо вновь найденнаго метода, а есть только дальнѣйшее развитіе одной части давно извѣстнаго въ гигиенѣ микроскопическаго метода изслѣдованія питьевой воды.

Нѣмецкіе авторы, обыкновенно, исторію микробіологическаго метода начинаютъ съ изслѣдованій Кона воды бреславльскихъ колодцевъ въ ботаническомъ отношеніи во время эпидеміи холеры 1852 и 1866 гг., опубликованныхъ имъ частью въ 1853, а въ цѣломъ въ 1875 г. (Мецъ).

Врядъ ли, однако правильно считать Кона основателемъ микроскопическаго метода изслѣдованія воды въ санитарныхъ цѣляхъ, какъ это дѣлаетъ Мецъ, Зенфъ и другіе нѣмецкіе авторы, т. к. еще въ 1850 г. англичанинъ Артуръ Нилъ Гессолъ опубликовалъ „Микроскопическое изслѣдованіе питьевой воды, которой пользуются жители Лондона ¹⁾“. Этотъ авторъ срисовалъ много осадковъ изъ различныхъ питьевыхъ водъ Лондона и опредѣлилъ въ нихъ и въ самой водѣ низшіе растительные и животные микроорганизмы. На основаніи сдѣланныхъ опредѣленій зоо- и фито-планктона Гессолъ пытался дѣлать заключеніе о качествѣ воды и ея чистотѣ.

Въ Россіи мысль примѣнить біологическія изслѣдованія для санитарной оцѣнки питьевой воды принадлежитъ проф. Н. П. Вагнеру (1869 г.). Практически этотъ методъ примѣненъ проф. Н. В. Сорокинымъ въ трудѣ „Опытъ микроскопическаго изслѣдованія воды оз. Кабана“ (въ г. Казани, 1872—6 гг.), затѣмъ Н. С. Скориковымъ и Е. Н. Болохонцевымъ къ р. Невѣ и Ладожскому оз. (1905—6 г.); Я. Я. Никитинскимъ ²⁾ къ р. Москвѣ (1907 г.) и С. М. Вислоухомъ ³⁾ къ водѣ Невской губы (1911—2 г.).

Во Франціи въ 1873 году былъ опубликованъ отчетъ Жерардена о самоочищеніи рѣкъ, въ которомъ имѣются нѣкоторые данныя біологическаго изслѣдованія этихъ водъ.

Біологическій анализъ, по Мецу основывается на томъ предположеніи, что микроскопическая флора и фауна воды обусловливается физическими свойствами воды, ея химическимъ составомъ и метеорологическими факторами. Извѣстный характеръ микроскопической флоры и фауны является выраженіемъ взаимныхъ соотношеній указанныхъ условій и даетъ возможность дѣлать заключенія о качествахъ той воды, которая служитъ этимъ растеніямъ почвой, а животнымъ—обычной жизненной средой. Вслѣдствіе же того, что микроскопическія растенія и животныя, живущія постоянно въ водѣ (планктонъ), находятся въ постоянномъ пассивномъ или активномъ движеніи, странствуютъ, характер-

¹⁾ A. Nill Hassall, A. Microscopic. Examination of the Water supplied to the inhabitants of London. 1850.

²⁾ Біологическое обслѣдованіе р. Москвы, 1909 г.

³⁾ Комиссія Г. В. Хлопина: Матеріалы по изслѣдованію воды Невской губы въ санитарномъ отношеніи, II, 1913 г. П. Изд. П. Гор. Исп. Комиссіи.

ными формами для данного водоема должны считаться тѣ, которыя въ немъ чаще встрѣчаются, то есть его постоянные жители, а не случайные путешественники. Однимъ словомъ здѣсь, въ водной флорѣ и фаунѣ мы находимъ аналогію съ соотношеніями, которыя имѣются между климатомъ, составомъ почвы и высшими растеніями, между извѣстными мѣстными условіями и высшими животными, съ тою только разницею, что водная микроскопическая флора и фауна находятся при болѣе однообразныхъ условіяхъ, чѣмъ высшія растенія и животныя, живущія на сушѣ, а слѣдовательно и соотношенія между населяющимъ воду микроскопическими существами и свойствами воды должны быть также болѣе тѣсными, простыми и болѣе доступными опытному контролю. Однообразіе внѣшней среды въ свою очередь отражается и на упрощеніи строенія и функцій ея обитателей.

Если среди обычныхъ микроскопическихъ обитателей данного водоема появляются формы ему не свойственныя, но встрѣчающіяся обыкновенно въ водахъ иного происхожденія и состава, иной степени чистоты, это обстоятельство должно указывать на возможность сообщенія между этими двумя водоемами; если одинъ изъ нихъ загрязненный, то указываетъ на загрязненіе чистой воды водой изъ источника подозрительнаго. Напримѣръ, если въ колодезной водѣ будетъ найденъ *Leptomit* *lacteus*—микроорганизмъ, характерный для сточныхъ водъ, такая находка будетъ указывать на то, что въ данный колодезь просачиваются нечистоты изъ выгребной или помойной ямы и т. п.

Въ дѣйствительности, заключенія, основанныя на данныхъ біологическаго анализа, далеко не такъ просты, какъ въ приведенномъ примѣрѣ, такъ какъ въ природѣ для питьевыхъ водъ различной степени чистоты нѣтъ такихъ характерныхъ (показательныхъ) микроорганизмовъ (*Leit-Organismen*), какъ лептомитусъ.

По этой причинѣ микробиологическій анализъ только въ тѣхъ случаяхъ можетъ дать полезныя указанія для санитарной оцѣнки воды когда будутъ вполне хорошо изучены не только отдѣльные микроорганизмы, населяющіе различные водоемы питьевой воды, но и ихъ обычныя характерныя комбинаціи, сообщества (*Leit-Biocoenosen*). Знакомство съ отдѣльными видами микроскопической фауны и флоры въ данномъ водоемѣ должно быть самое полное, точное, подробное,

какое только можетъ быть сдѣлано спеціалистами ботаниками и зоологами. Дѣло существенно осложняется еще тѣмъ, что къ типичной водной флорѣ и фаунѣ (т. н. планктону), вслѣдствіе волненій и теченій всегда въ большемъ или меньшемъ количествѣ примѣшиваются формы, постоянно живущія на днѣ водоема или на омываемыхъ водой берегахъ (т. н. случайный планктонъ), поэтому изслѣдователь долженъ изучить не только типичныя водныя (планктонныя) фито- и зоо-формы, но также формы донныя и прибрежныя (бентосъ) и въ каждомъ данномъ случаѣ сѣумѣть послѣднихъ выдѣлить изъ общаго улова.

Наконецъ къ живому микроскопическому населенію водъ всегда примѣшивается вслѣдствіи теченій и волненій нѣкоторое количество мертвыхъ остатковъ планктона, отбросовъ человеческой и животной жизни, т. н. ложный планктонъ (псевдопланктонъ).

Недостатокъ въ научныхъ свѣдѣніяхъ относительно микроскопической водной флоры и фауны, отсутствіе въ нихъ необходимой полноты служили до послѣдняго времени главнымъ препятствіемъ къ примѣненію микробиологическаго метода въ широкихъ размѣрахъ къ санитарной оцѣнкѣ воды.

Желательной полноты въ изученіи планктона питьевыхъ водъ нѣтъ еще и въ настоящее время.

Первый обстоятельный списокъ микро-флоры и фауны, характерной для грязныхъ (сточныхъ), съ одной стороны, и для безусловно чистыхъ водъ (ключевыхъ), съ другой, былъ данъ Мецомъ (1898 г.) и былъ составленъ имъ на основаніи эмпирическихъ наблюденій. Мецъ указалъ на то, что типичныя для сточной воды микроорганизмы (изъ растительныхъ: *Leptomit* *lacteus*, *Sphaerotilus natans*, *Beggiatoa*, *Oscillatoria tenerrima*, *O. brevis*, *O. tenuis*, *O. antliaria*, *O. limosa* *Froelichii*, а изъ животныхъ: *Carchesium Lachmanni* и друг.) не встрѣчаются въ чистыхъ водахъ и, наоборотъ, микроорганизмы, живущіе въ самыхъ чистыхъ ключевыхъ водахъ (27 видовъ), не выносятъ ни малѣйшаго загрязненія. Кромѣ этихъ двухъ группъ микроорганизмовъ-антагонистовъ Мецомъ были даны списки промежуточныхъ формъ, встрѣчающихся въ питьевой водѣ различной степени загрязненія нечистотами, изъ которыхъ онъ образовалъ двѣ особыя группы. Эти промежуточныя группы въ значи-

тельной степени затушевали совершенно ясную, рѣзкую разницу между вполне чистой и сточной, т. е. крайне загрязненной водой, такъ какъ отношеніе входящихъ въ нихъ формъ къ различнымъ степенямъ загрязненія не было имъ вполне выяснено.

Дальнѣйшая разработка классификаціи микроорганизмовъ и біологическаго метода была сдѣлана Кольквицомъ и Марсономъ (1902—1914 г.г.).

Эти авторы предложили установленнымъ Метомъ двумъ основнымъ группамъ—антагонистамъ дать греческія названія: сапробовъ (*sapros*—гнилой)—для обитателей сточныхъ и обычныхъ питьевыхъ водъ и катаробовъ (*katharos*—чистый) для микроорганизмовъ безусловно чистой воды (напр. ключевой).

Затѣмъ Кольквицъ и Марсонъ пошли дальше и разбили сапробовъ, въ свою очередь на три главныхъ подгруппы:

- 1) полисапробы—организмы свѣжихъ сточныхъ водъ,
- 2) мезосапробы—организмы сильно загрязненныхъ водъ, живущіе въ біологически слабо очищенныхъ сточныхъ водахъ (α -мезосапробы) и характерные для хорошо біологически очищенныхъ сточныхъ водъ (β -мезосапробы) и
- 3) олигосапробы—организмы практически чистыхъ питьевыхъ водъ.

Настоящая классификація сдѣлалась общепринятой (Кольквицъ, 1911 г.).

Нельзя, однако, не сознаться, что вмѣстѣ съ этими подраздѣленіями въ значительной степени утратилась опредѣленность въ разграниченіи степеней чистоты воды на основаніи біологическаго анализа, такъ какъ у различныхъ изслѣдователей нѣтъ полнаго согласія относительно отнесенія тѣхъ или другихъ формъ въ ту или другую опредѣленную подгруппу. Нѣкоторые микроорганизмы, относимые одними къ поли-сапробамъ другіе относятъ къ мезо-сапробамъ; мезо-сапробовъ считаютъ за олигосапробовъ, и наоборотъ (Медъ, Зенфтъ, Скориковъ) и др. Кромѣ того, при этихъ классификаціяхъ осталась незаполненной пропасть, раздѣляющая двѣ основныя группы—антагонисты катаробы и сапробы, формы, населяющія идеально чистую воду и явно загрязненную.

Естественно, поэтому было искать болѣе прочныхъ и рациональныхъ основаній для классификаціи зоо- и фитопланктона и ея дальнѣйшаго развитія.

Такую попытку рациональной классификаціи для растительныхъ формъ сдѣлали, между прочимъ, изслѣдователи Ладожскаго озера Е. Н. Болохонцевъ и А. С. Скориковъ, предлагая положить въ основу ея физиологическій принципъ, а именно—способы питанія низшихъ растительныхъ формъ, пользуясь установленнымъ въ ботаникѣ дѣленіемъ растительныхъ организмовъ по способу питанія на:

Автотрофы—растенія, имѣющія хлорофиллъ или другой аналогичный ему пигментъ и съ помощью солнечнаго свѣта получающія для питанія углеродъ изъ угольной кислоты воздуха, а азотъ изъ минеральныхъ солей (Постъ).

Амфитрофы—берущія углеродъ также изъ угольной кислоты, но азотъ изъ простѣйшихъ органическихъ соединений—амидовъ (NH_2) и имидовъ (NH) (Людвигъ).

Миксотрофы—получающія углеродъ и изъ углекислоты и изъ органическихъ соединений (Ольтмансъ). Эта группа составляетъ переходъ къ послѣдней группѣ—къ гетеротрофамъ.

Гетеротрофы—питающіяся исключительно органическими соединениями, изъ которыхъ они берутъ и углеродъ и азотъ. Азотъ гетеротрофы могутъ усваивать также и изъ амміачныхъ солей.

Я. Я. Никитинскій (1909 г.), слѣдуя Кольквицу и Марсону, по способу питанія классифицируетъ фито-и зоопланктонъ на:

1) Растительные организмы, способные питаться только растворенными органическими веществами, если послѣднія могутъ быть ими усвоены; такіе организмы носятъ названіе сапрофитовъ и служатъ показателями сильнаго загрязненія свѣжими органическими веществами сложнаго состава. Таковы: *Sphaerotilus natans*, *Leptomitius*, *Mucor*, *Zooglea ramigera* и др. Развитие этой группы микроорганизмовъ зависитъ отъ концентраціи и состава органическихъ веществъ.

2. Животные организмы, питающіеся нерастворенными, а взвѣшенными веществами (преимущественно бактеріями) и иломъ. Напр., сапробные инфузоріи съ

Carchesium Lachmanni во главѣ, коловратки, черви, личинки наѣ-комыхъ, двустворчатые моллюски.

3. Растительные организмы съ ассимилирующимъ пигментомъ (водоросли). Въ виду неясности способовъ питанія этихъ организмовъ пользоваться ими для санитарной оцѣнки воды пока еще весьма затруднительно. Исключение составляетъ синезеленая водоросль *Oscillatoria Froelichii*, питающаяся органическими веществами.

и 4. Группа сѣрнистыхъ бактерій (*Beggiatoa Thiothrix* и др.) указываетъ на присутствіе въ водѣ и илѣ разлагающихся бѣлковыхъ и другихъ содержащихъ сѣру органическихъ веществъ и сѣроводорода.

Весьма полезныя указанія для санитарной оцѣнки воды и водоемовъ даютъ біологическія изслѣдованія донного ила и налетовъ на различныхъ предметахъ, находящихся въ водѣ и омываемыхъ ею со всѣхъ сторонъ, т. е. бентоса.

Принимая во вниманіе, однако, что способы питанія отдѣльныхъ видовъ низшихъ растительныхъ формъ въ настоящее время изучены еще недостаточно и что среди нихъ по способу питанія имѣется много смѣшанныхъ формъ, фізіологическій принципъ пока также не можетъ дать вполнѣ опредѣленной классификаціи. Вода естественныхъ водоемовъ представляетъ такія постепенныя переходы по содержанію органическихъ веществъ и по разнообразію ихъ химическаго состава, что въ очень многихъ, въ санитарномъ отношеніи различныхъ водахъ, найдутъ для себя достаточно питательнаго матеріала двѣ или даже нѣсколько различныхъ, по своему питанію группъ микроорганизмовъ. Несмотря на это фізіологическій принципъ классификаціи микроскопической водной флоры, какъ наиболѣе раціональный, долженъ, по нашему мнѣнію, имѣть будущность

Далѣе Е. Н. Болохонцевъ и А. С. Скориковъ попытались также пополнить существенный пробѣлъ къ классификаціи Кольквица и Марсона: сдѣлали попытку перебросить мостъ между катаробами и сапробами ¹⁾. Они вы-

¹⁾ С. М. Вислоухъ полагаетъ, что Е. Н. Болохонцевъ и А. С. Скориковъ придали термину катаробты произвольное толкованіе, такъ какъ эти авторы катаробами считаютъ микроорганизмы практически чистыхъ (напр. воду Ладожскаго озера), а не идеально-чистыхъ водъ. См. его. Біологическій анализъ воды 1916 г. въ ред. проф. С. И. Златогорова въ руководствѣ: „Ученіе о микроорганизмахъ“, ч. II, стр. 226, прим. Изд. Эттингера. П.

дѣлили въ особую группу микроскопическія формы, встрѣчающіяся въ водахъ не идеальной чистоты, но и не загрязненныхъ человѣческими отбросами, т. е. въ практически чистыхъ (къ каковымъ относится большинство водоемовъ: озеръ, рѣкъ и колодцевъ). Выдѣленіе этихъ промежуточныхъ формъ въ особую группу представляетъ существенное пополненіе старой классификаціи водныхъ микроорганизмовъ и въ то же время даетъ возможность болѣе опредѣленной и строгой классификаціи воды въ санитарномъ отношеніи. При этомъ Скориковъ предложилъ свою схему такой классификаціи, которую мы здѣсь и приводимъ (рис. 1).

Біологическое изслѣдованіе воды, какъ и бактеріологическое, можетъ быть качественнымъ и количественнымъ.

Если въ настоящее время качественный составъ водной микроскопической флоры и фауны можетъ давать извѣстные практическіе выводы, то счетъ микроорганизмовъ въ этомъ отношеніи оказываетъ пока меньшую услугу, такъ какъ количество микроорганизмовъ въ данномъ водоемѣ зависитъ отъ слишкомъ многихъ и до настоящаго времени еще недостаточно изученныхъ причинъ (Мецъ).

Въ общемъ методика количественнаго біологическаго анализа имѣетъ много общаго съ подобной-же методикой количественнаго бактеріологическаго анализа, но только она въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ менѣе точна: по крайней мѣрѣ, это нужно сказать относительно измѣреній объемовъ воды, въ которыхъ считаютъ микроорганизмовъ. При оцѣнкѣ результатовъ количественныхъ опредѣленій микроскопической флоры и фауны необходимо также имѣть въ виду, что въ нѣкоторыхъ водахъ число этихъ микроорганизмовъ въ сотни разъ меньше, чѣмъ бактеріальныхъ формъ. Приблизительно можно сказать, что планктонныхъ организмовъ въ водѣ одного и того же водоема содержится въ 1000 куб. сант. столько же, сколько содержится бактерий въ 1—2-хъ куб. сантиметрахъ. Поэтому при анализѣ необходимо брать очень большія количества изслѣдуемой воды (не менѣе 50—100 литровъ), а счетъ микроорганизмовъ, наоборотъ, производить въ небольшой части осадка, полученнаго изъ взятаго большого объема воды (Кольквицъ).

Въ своемъ конечномъ результатѣ микроскопическій, біологическій анализъ можетъ дать тѣ же косвенныя указанія, какъ и способы химическій и бактеріологическій, то есть, указы-

ваетъ на степень чистоты воды и на ея загрязненіе. Дальше этого біологическій анализъ пока идти не можетъ. Изъ вредныхъ для здоровья микроорганизмовъ, за исключеніемъ глисть, въ водѣ пока ни одного открыть не удалось.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда идетъ рѣчь о санитарной оцѣнкѣ воды въ какомъ либо одномъ водоемѣ, но въ разныхъ его мѣстахъ и въ разное время, или о водѣ очень близкихъ по своему составу водоемовъ, біологическій методъ можетъ оказать весьма существенную помощь химическому и бактеріологическому методу. При этомъ въ нѣкоторыхъ отдѣльныхъ случаяхъ полученные съ его помощью результаты могутъ имѣть и рѣшающее значеніе, а именно тамъ, гдѣ химическій и бактеріологическій методы не даютъ для экспертизы достаточныхъ точекъ опоры. Весьма существенныя указанія также даетъ біологическій способъ въ связи съ другими методами при рѣшеніи вопросовъ о загрязненіи и самоочищеніи водоемовъ.

Мѣстный осмотръ и изученіе мѣстныхъ условій.

Мѣстный осмотръ источниковъ для водоснабженія, какъ необходимое условіе для правильной санитарной оцѣнки ихъ воды, было выдвинуто впервые проф. Груберомъ и переоцѣнено проф. Флюгге въ 1895 г. на XX конгрессѣ нѣмецкихъ гигиенистовъ въ Штутгартѣ.

Злоупотребленіе санитарной экспертизой воды на основаніи изслѣдованія только присланныхъ въ лабораторію образцовъ и вытекавшія изъ этого неблагоприятныя практическія послѣдствія заставили проф. Грубера напомнить о старомъ, совершенно заброшенномъ приѣмѣ оцѣнки источниковъ—ознакомленіемъ съ мѣстными условіями и осмотромъ источниковъ невооруженнымъ глазомъ, т. е., приѣмъ, который до открытія болѣе тонкой научной методики изслѣдованія питьевыхъ водъ, былъ единственно возможнымъ и практически примѣнимымъ.

Флюгге, основываясь на противорѣчій между собой данныхъ, полученныхъ имъ и его учениками при химическомъ и бактеріологическомъ изслѣдованіи колодезныхъ водъ Бреславля и на несоотвѣтствіи основанной на этихъ изслѣдованіяхъ санитарной оцѣнки воды съ дѣйствительностью, дошелъ до полного отрицанія значенія всякаго санитарнаго изслѣдованія питьевой

воды и формулировалъ свою мысль въ тезисъ: „Обычная въ настоящее время гигиеническая оцѣнка водъ единственно на основаніи химическаго, бактеріологическаго и микроскопическаго изслѣдованія присланныхъ образцовъ, почти во всѣхъ случаяхъ оказывается непригодной“. Взамѣнъ всѣхъ научныхъ методовъ изслѣдованія Флюгге предложилъ поставить на первый планъ мѣстный осмотръ источниковъ, „изученіе мѣстныхъ условий“.

Къ счастью это крайнее мнѣніе авторитетнаго гигиениста не нашло себѣ поддержки во всемъ его объемѣ; иначе санитарная экспертиза воды возвратилась бы къ первобытнымъ приемамъ: осмотру источниковъ и изслѣдованію воды съ помощью невооруженныхъ органовъ чувствъ. Заключающаяся же въ ней часть истины была принята и въ настоящее время къ всестороннему изслѣдованію питьевой воды всѣми научными методами присоединяютъ и подробный осмотръ самаго водоема, и изученіе тѣхъ мѣстныхъ условий, въ которыхъ водоемъ находится.

Мѣстный осмотръ, кромѣ общаго реальнаго представленія о величинѣ, мѣстоположеніи, характерѣ и геологическомъ строеніи береговъ водоема и его дна, въ нѣкоторыхъ случаяхъ можетъ дать весьма цѣнныя указанія относительно возможныхъ источниковъ загрязненія водоема въ настоящемъ и даже будущемъ. При осмотрѣ необходимо обращать прежде всего вниманіе на расположеніе относительно водоема выгребныхъ и помойныхъ ямъ, въ которыхъ скопляются человѣческіе экскременты и хозяйственные отбросы; затѣмъ на свалки нечистотъ, навоза, кухоннаго и домашнего мусора, на сточныя трубы, отводящія нечистоты въ водоемы, и т. п.

Наличность большихъ поселеній на берегахъ открытыхъ водоемовъ, фабрикъ и другихъ промышленныхъ заведеній съ большимъ количествомъ сточныхъ водъ, боенъ, затѣмъ временныхъ скопленій людей и животныхъ (ярмарки, рынки вблизи водоемовъ), размѣры движенія буксирныхъ и пассажирскихъ судовъ все это можетъ быть приведено въ извѣстность при изученіи мѣстныхъ условий и можетъ дать весьма цѣнныя указанія для санитарной оцѣнки воды, такъ какъ выясняетъ возможность учесть шансы на загрязненіе водоема.

Кромѣ того, мѣстный осмотръ въ нѣкоторыхъ случаяхъ даетъ объясненіе результатовъ изслѣдованія воды, полученныхъ

съ помощью другихъ, болѣе точныхъ методовъ, указывая, напри-
мѣръ, на источникъ, откуда могли попасть въ изслѣдуемую воду
соединенія или микроорганизмы, указывающіе на ея загрязненіе.

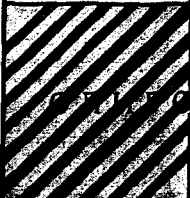
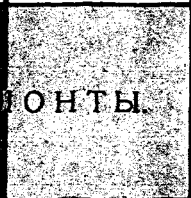
Иногда такую связь между водоемомъ и предполагаемымъ
источникомъ загрязненія является необходимымъ доказать на
мѣстѣ и опытнымъ путемъ. Для послѣдней цѣли обыкновенно
примѣняютъ вещества, которыя болѣе или менѣе легко проникаютъ
черезъ почву и безъ особеннаго труда открываются въ водѣ.
Изъ предложенныхъ для этой цѣли веществъ упомянемъ о сап-
ролѣ (растворъ трехъ крезоловъ въ минеральномъ маслѣ)—де-
зинфекціонномъ средствѣ, которое уже при содержаніи 1 ч. на
1 миллионъ частей воды сообщаетъ водѣ характерный вкусъ
свѣтильнаго газа или нафталина (Нёрдлингеръ) и
о часто примѣняемомъ въ послѣднее время флуоресцеинѣ,
который уже въ ничтожныхъ количествахъ придаетъ водѣ зеле-
ную флуоресценцію. Съ помощью специального прибора—флуо-
рескопа Трілля—Марбутена можно открыть въ водѣ 1 ч.
этой краски въ 10 и даже въ 20 миллионныхъ частей воды.

Для тѣхъ же цѣлей съ успѣхомъ примѣняютъ цвѣтныхъ
бактерій, напр., чудесную палочку (*B. prodigiosus*) и получаютъ
весьма интересные результаты, какъ это показали изслѣдованія
колодезной воды на Берлинскомъ водопроводѣ, произведенныя
инжен. Дитгазеномъ и Луерсономъ (1909 г.).

Весьма цѣнные указанія для санитарной оцѣнки воды даетъ
мѣстный осмотръ, дополненный научнымъ изученіемъ мѣстныхъ
условій: изученіемъ мѣстности въ геологическомъ, топографиче-
скомъ, гидрологическомъ, гидрографическомъ, метеорологическомъ
и другихъ отношеніяхъ. Такія изслѣдованія даютъ всестороннюю
характеристику водоема въ его прошедшемъ и настоящемъ, а
также даютъ возможность до извѣстной степени предсказать и
его будущее. Онѣ даютъ указанія на способъ происхожденія
воды, на передвиженія воды подъ поверхностью земли и въ глу-
бинѣ источника, на соотношенія между атмосферными осадками,
почвой и испареніемъ воды, то есть на запасы воды; въ нѣ-
которыхъ случаяхъ могутъ открыть опасность загрязненія съ
поверхности источниковъ, повидимому, совершенно недоступныхъ
для загрязненія, какъ это было доказано для грунтовыхъ водъ
Парижа, происходящихъ изъ известковыхъ напластованій, частью
вслѣдствіе присущихъ этой породѣ свойствъ, частью вслѣдствіе

Рис. 1. Біологическая классификація организмовъ для санитарной оцѣнки воды для питья.

Схема А. С. Скорикова.

ВОДЫ, ЗАГРЯЗНЕННЫЯ ЧЕЛОВѢКОМЪ.		ВОДЫ, ЕСТЕСТВЕННО ЗАГРЯЗНЕННЫЯ.	ЧИСТЫЯ ОТКРЫТЫЯ ВОДЫ.
I-я СТЕПЕНИ	II-я СТЕПЕНИ	—	
ПОЛИСАПРОБИОНТЫ.		ПРИРОДНЫЕ МАЛЫЕ ВОДОЕМЫ СТОЯЧ. ВОДЫ.	
МЕЗОСАПРОБИОНТЫ.			
ДОННЫЕ ОБИТАТЕЛИ			
ЖИТЕЛИ БЕРЕГОВ. ЗАРОСЛ.	АЛЬГОВИОНТЫ.		
ПЛАНКТОНЪ.	КАТАРОВИОНТЫ.		

ОБЪЯСНЕНИЕ РИС. 1. Горизонтальные ряды указываютъ, въ какихъ водахъ наиболее пышно развивается данная категория организмовъ и слѣдовательно для него характерна. Вертикальные столбцы даютъ наглядное представление о томъ, какія группы организмовъ и въ какихъ относительныхъ количествахъ должны составлять населеніе каждаго водоема.

Интенсивность краски соотвѣтствуетъ количеству организмовъ.

образованія въ нихъ глубокихъ трещинъ и воронокъ (Лоней, Леви и др.).

Изъ сказаннаго видно, что научное изученіе мѣстныхъ условій во времени и пространствѣ должно составлять необходимую часть подробнаго обслѣдованія предполагаемыхъ источниковъ водоснабженія большихъ населенныхъ центровъ, такъ какъ, кромѣ цѣнныхъ указаній относительно качествъ воды, оно можетъ дать не менѣе цѣнныя указанія на количество воды, на ея запасы, а также на условія каптажа источниковъ и на многія условія, крайне важныя съ санитарной, технической и экономической точекъ зрѣнія.

Описаніе методики изслѣдованій воды будетъ дано ниже.

II. Введеніе въ химическій анализъ.

При химико-санитарныхъ изслѣдованіяхъ примѣняется какъ вѣсовой, такъ и объемный количественный анализъ, при чемъ послѣдній имѣетъ въ нихъ болѣе широкое примѣненіе. Количественному анализу всегда предшествуетъ качественный, такъ какъ способы количественнаго опредѣленія основываются на знакомствѣ со свойствами соединений. Количество вещества можно опредѣлять вѣсомъ (гравиметрія—вѣсовой анализъ) и объемомъ (волюметрія—объемный анализъ). При вѣсовомъ анализѣ составныя части, подлежащія опредѣленію, отдѣляются отъ другихъ, находящихся въ составѣ анализируемаго сложнаго вещества, въ формѣ трудно-растворимаго осадка извѣстнаго состава; полученный осадокъ задерживается на гладкомъ бумажномъ фильтрѣ, отмывается отъ примѣсей, высушивается вмѣстѣ съ фильтромъ на воронкѣ въ сушильномъ шкафу, обыкновенно при 100° Ц., переводится въ предварительно взвѣшенный платиновый или фарфоровый тигель съ крышкой, прокаливается до постояннаго вѣса, охлаждается въ эксикаторѣ и точно взвѣшивается на химическихъ вѣсахъ. Прокаливаніе, охлажденіе и взвѣшиваніе повторяютъ до тѣхъ поръ, пока два послѣдовательныя взвѣшиванія не дадутъ разницы, падающей въ предѣлы точности вѣсовъ (въ 0,1—0,2 мгрм.).

При объемномъ анализѣ вѣсами пользуются только для

отвѣшиванія соединенийъ, изъ которыхъ приготавливаются растворы опредѣленной крѣпости. Опредѣляемые соединения не взвѣшиваются, а измѣряются растворами опредѣленной крѣпости (титрованными), при чемъ всѣ операціи производятся въ растворахъ; по этой причинѣ при объемномъ анализѣ выпадаетъ цѣлый рядъ длительныхъ операцій: фильтрованіе, промываніе осадковъ, высушиваніе, прокаливаніе, многократное взвѣшиваніе, и вмѣстѣ съ этимъ устраняются неизбѣжныя при вѣсовомъ анализѣ потери вещества.

Вѣсовой анализъ.

Опишемъ самыя главныя операціи, производимыя при вѣсовомъ анализѣ.

Взвѣшиваніе. Чтобы отвѣсить требуемое количество вещества, „взять навѣску“, твердыя вещества измельчаютъ въ порошокъ высушиваютъ для удаленія гигроскопической и кристалли-

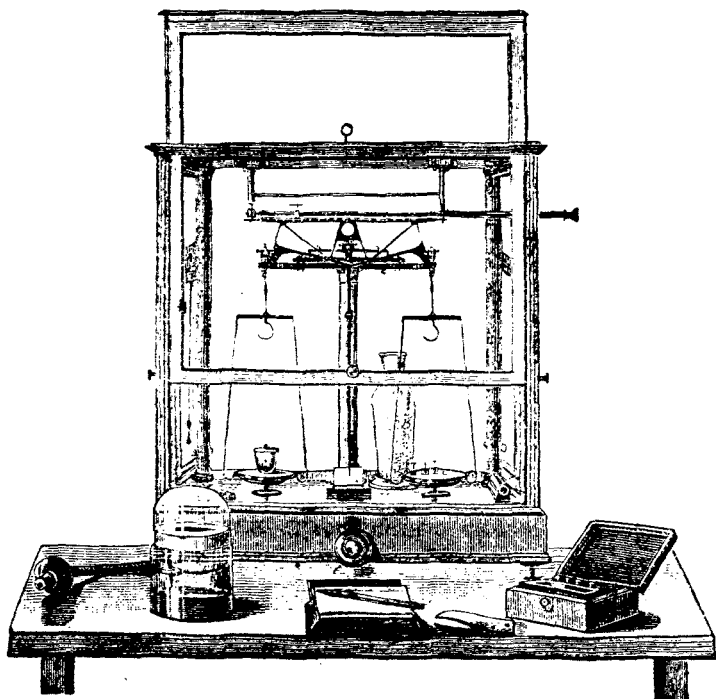
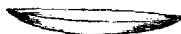


Рис. 2. Химико-аналитическіе вѣсы. Внизу аретирующий винтъ; вверху справа стержень для „всадника“; внутри банка съ CaCl_2 . На столѣ эксикаторъ, бумага, щипчики для гирекъ и разновѣсы.

зационной воды и послѣ охлажденія въ эксикаторѣ отвѣшивають небольшія количества (нѣсколько граммъ или долей грамма) на точныхъ химико-аналитическихъ вѣсахъ (рис. 2). Затѣмъ эту навѣску растворяютъ безъ потерь въ подходящемъ растворителѣ (въ водѣ, кислотахъ, спирту) и приступаютъ къ отдѣленію того соединенія, которое требуется опредѣлить. Въ нѣкоторыхъ частныхъ случаяхъ, вещества, трудно растворимыя въ водѣ и кислотахъ, предварительно сплавляются съ веществами, дѣлающими ихъ болѣе растворимыми. Въ тѣхъ случаяхъ, когда изслѣдуемое вещество дано въ растворѣ, для анализа большей частью берутъ точно отмѣренный объемъ раствора (напр., питьевой воды) и непосредственно приступаютъ къ осажденію интересующихъ соединеній.



Рис. 3. Стаканчикъ для взвѣшиванія (бюкса).



а



б

Рис. 4. Часовыя стекла для взвѣшиванія: а) одно стекло; б) два стекла въ зажимѣ (поставлены на ребро).

Опредѣленную навѣску вещества удобнѣе всего брать такимъ образомъ: подготовленное къ взвѣшиванію вещество насыпаютъ въ особый тонкостѣнный стаканчикъ съ притертой пробкой (бюксу, рис. 3), или на одно часовое стекло (рис. 4, а), или прикрытое другимъ и скрѣпленное зажимомъ (рис. 4, б), уравниваютъ гирьками и вѣсъ записываютъ. Затѣмъ снимаютъ съ чашки вѣсовъ часть гирекъ, равную вѣсу искомой навѣски и изъ бюксы начинаютъ осторожно отсыпать въ чистый сухой стаканчикъ или на часовое стекло столько вещества, чтобы вѣсы снова пришли въ равновѣсіе. Вѣсъ отсыпаннаго вещества равняется искомой навѣскѣ.

Менѣе удобно поступать слѣдующимъ образомъ: уравниваютъ сначала пустую посуду, въ которой предполагаютъ произвести взвѣшиваніе, и вѣсъ ея записываютъ; затѣмъ прибавляютъ на чашку вѣсовъ съ гирьками вѣсъ, равный искомой навѣскѣ, и, наконецъ, насыпаютъ въ уравновѣшенную (тарированную) посуду взвѣшиваемое вещество до тѣхъ поръ, пока вѣсы вновь прійдутъ въ равновѣсіе. При взвѣшиваніи никогда не слѣдуетъ брать взвѣшиваемое вещество щипчиками, которыми кладутся на чашки вѣсовъ гирьки. Передъ вѣсами, во избѣжаніе

потерь вещества, кладется почтовая, или глянцевая бумага. Всѣ аналитическіе записи и расчеты заносятся аккуратно въ тетрадь.

При взвѣшиваніи на химико-аналитическихъ вѣсахъ во избѣжаніе порчи вѣсовъ и ошибокъ необходимо пунктуально соблюдать слѣдующія правила:

1) Приступая къ взвѣшиванію, необходимо хорошо научиться владѣть винтомъ, опускающимъ и поднимающимъ коромысло вѣсовъ. Внѣ работы, вѣсы находятся въ арретированномъ положеніи, т. е. съ приподнятымъ и неподвижнымъ коромысломъ, поэтому необходимо умѣть плавно, безъ толчковъ опустить коромысло на подставку медленнымъ поворачиваніемъ винта влѣво и вновь поднимать коромысло плавнымъ поворотомъ того же винта въ обратную сторону.

2) Необходимо каждый разъ убѣждаться, находятся-ли вѣсы въ равновѣсіи, осторожно опуская коромысло на подставку. Если вѣсы въ равновѣсіи, стрѣлка ихъ будетъ раскачиваться по шкалѣ на равное число дѣленій въ обѣ стороны отъ средняго (при чемъ принимаются во вниманіе нѣсколько послѣдовательныхъ качаній, но не первое и не послѣднее). Если этого нѣтъ, вѣсы уравниваются и арретируютъ.

3) Нельзя взвѣшивать посуду и вещества, имѣющія температуру выше или ниже температуры той комнаты, въ которой стоятъ вѣсы, поэтому передъ взвѣшиваніемъ ихъ ставятъ на нѣкоторое время въ эксикаторъ. Нельзя ничего класть на чашки, ни брать съ нихъ, не арретировавъ предварительно вѣсовъ.

4) Взвѣшиваемое вещество всегда помѣщаютъ въ закрытый легкій сосудъ (стеклянный, фарфоровый или платиновый) и ставятъ на середину лѣвой чашки арретированныхъ вѣсовъ. (Не касаться чашекъ руками!).

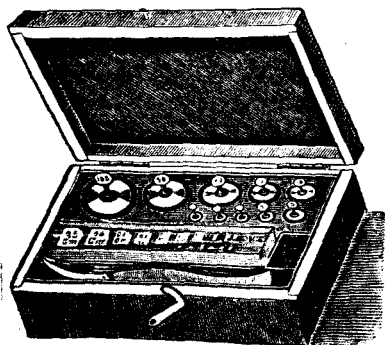


Рис. 5. Разновѣсы въ ящикъ со щипчиками.



Рис. 6. Гирька „всадникъ“ (рейтеръ) вѣсомъ въ 0,01 гр.

5) Разновѣсы берутъ изъ ящика (см. рис. 5) щипчиками, кладутъ осторожно на правую чашку вѣсовъ, плавнымъ поворо-

томъ винта влѣво опускають коромысло и по отклоненію стрѣлки смотрять—уравновѣсили-ли гири взвѣшиваемое вещество или нѣтъ, и сообразно съ этимъ систематически замѣняютъ одни гири другими съ такимъ расчетомъ, чтобы разница въ вѣсѣ между ними, смотря по надобности, постепенно уменьшалась или постепенно, безъ скачковъ увеличивалась, пока не будетъ достигнуто равновѣсіе, т. е. пока стрѣлка вѣсовъ не будетъ отклоняться на одно и то же число дѣленій въ обѣ стороны отъ середины шкалы (отнюдь не ждать остановки стрѣлки на серединѣ, какъ на простыхъ вѣсахъ!). При этомъ разницы въ миллиграммахъ и доляхъ ихъ уравновѣшиваются „всадникомъ“

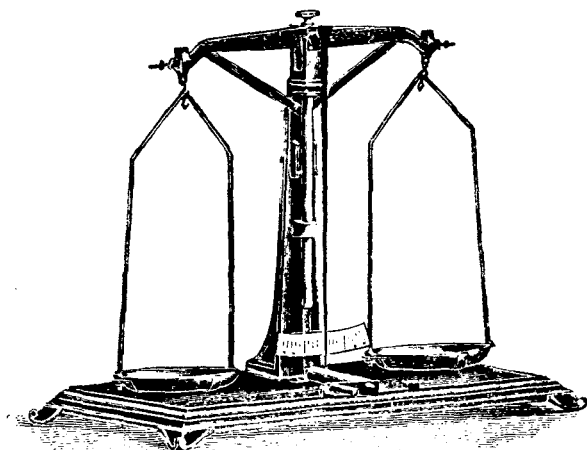


Рис. 7. Химико-техническіе вѣсы.

(рейтеръ) при закрытомъ футлярѣ вѣсовъ. „Всадникъ“—это гирька изъ платиновой проволоки вѣсомъ въ 10 миллиграммовъ, которую садятъ верхомъ на коромысло вѣсовъ—отсюда и названіе „рейтеръ“, „всадникъ“ (рис. 6)—и передвигаютъ по дѣленіямъ коромысла въ обѣ стороны. Каждое плечо коромысла раздѣлено на десять равныхъ частей, обозначенныхъ цифрами 1, 2, 3 и т. д., при чемъ послѣднее дѣленіе совпадаетъ съ точкой прикрѣпленія чашки вѣсовъ къ коромыслу. Если всадникъ сидитъ на концѣ коромысла, на 10-мъ дѣленіи, то вѣсъ его равняется 10 мгм., т. е. вѣсу, который онъ имѣетъ, будучи положенъ на чашку вѣсовъ; при передвиганіи его къ серединѣ коромысла на одно дѣленіе, вѣсъ его будетъ уменьшаться на $\frac{1}{10}$, поэтому на

дѣленіи 9-мъ вѣсъ всадника будетъ равняться 9 мгрм., на 5-мъ 5 мгр., на 1-мъ 1 миллиграмму. Наконецъ, чтобы дать возможность отвѣшивать не только цѣлые миллиграммы, но и ихъ доли, каждое дѣленіе коромысла между двумя цифрами еще имѣетъ 2, 5, или 10 маленькихъ дѣлений, что соотвѣтствуетъ вѣсамъ 0,50, 0,2 и 0,1 миллиграмма.

Такимъ образомъ при взвѣшиваніи на самыхъ точныхъ химическихъ вѣсахъ получаютъ навѣску въ граммахъ и его доляхъ съ четырьмя десятичными знаками, напр., 5,6782 грамма.

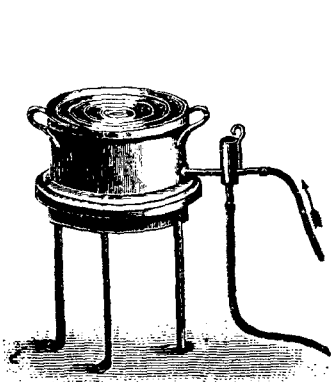


Рис. 8. Водяная баня для выпариванія съ постояннымъ уровнемъ, т. е. съ постояннымъ притокомъ и оттокомъ воды.

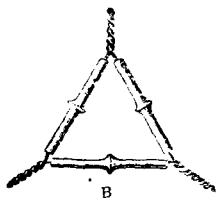
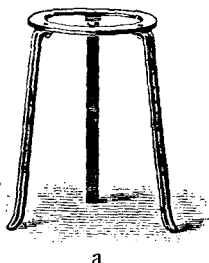


Рис. 9. а) треножникъ, на которомъ прокачиваютъ, положивъ треугольникъ в, или выпариваютъ, накрывъ сѣткой б, пропитанной азбестомъ (кружокъ).

6) По окончаніи взвѣшиванія, результатъ внимательно считается по лежащимъ на чашкѣ разновѣсамъ и записывается въ тетрадку, а затѣмъ еще разъ провѣряется, когда разновѣсы по одному снимаютъ съ вѣсовъ и кладутъ обратно въ ящикъ. При извѣстномъ навыкѣ и при полномъ наборѣ разновѣсовъ, можно провѣрять вѣсъ положенныхъ на чашку вѣсовъ разновѣсовъ также по пустымъ ячейкамъ въ ящикѣ.

7) Вѣсы должны стоять на прочной строго горизонтальной подставкѣ, прикрѣпленной къ стѣнѣ, должны быть защищены отъ разбѣдающихъ паровъ, газовъ, прямыхъ солнечныхъ лучей и должны содержаться въ безукоризненной чистотѣ.

Болѣ грубыя взвѣшиванія дѣлаются на химико-техническихъ (рис. 7) и аптекарскихъ вѣсахъ.

Выпариваніе. Выпариваніе производится въ платиновыхъ или форфоровыхъ чашкахъ на водяной банѣ (рис. 8), рѣже для ускоренія на азбестовой сѣткѣ, положенной на треножникъ (рис. 9, б). Такъ какъ выпариваніе обыкновенно длится долго, жидкость защищаютъ отъ пыли или воронкой, опрокинутой широкимъ концомъ книзу, или стеклянной пластинкой. Для автоматическаго выпариванія значительныхъ объемовъ жидкостей примѣняютъ специальное приспособленіе, изображенное ниже (см. Опредѣленіе сухого остатка воды).

Въ стеклянной посудѣ можно выпаривать только растворы, не разѣдающіе стекла.

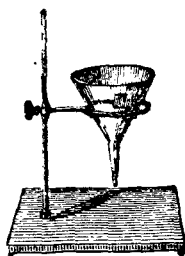
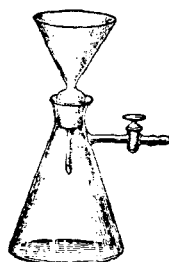


Рис. 10. Штативъ для фильтрованія съ воронкой.



Рис. 11. Коническія колбы для фильтрованія подъ уменьшеннымъ давленіемъ. Боковой от-
ростокъ соединяется съ водоструйнымъ на-
сосомъ.



Осажденіе. Наиболѣ важная операція при анализѣ вѣсомъ. Необходимо самымъ тщательнымъ образомъ соблюдать всѣ условія осажденія, указанныя въ описаніи способовъ опредѣленія изслѣдуемыхъ веществъ, какъ то: реакцію раствора, его концентрацію, время отстаиванія и друг., и всегда убѣждаться въ полнотѣ осажденія, прибавленіемъ осаждающаго раствора къ отстоявшейся отъ осадка прозрачной жидкости. Удобнѣе всего вести осажденіе въ стаканахъ съ носиками.

Фильтрованіе. Сообразно величинѣ осадка, выбирается кружокъ шведской бумаги (Шлейхера) съ опредѣленнымъ вѣсомъ золы; изъ него дѣлается гладкій фильтръ и кладется въ воронку такихъ размѣровъ, чтобы края воронки были нѣсколько выше верхняго края гладкаго фильтра; фильтръ на воронкѣ предварительно смачивается горячей дистиллированной водой и прилагивается пальцемъ плотно къ стѣнкамъ воронки такъ, чтобы между

фильтромъ и воронкой не было пузырьковъ воздуха. Поставивъ воронку въ специальный штативъ (рис. 10) или, еще лучше, въ коническую колбу и подложивъ между горломъ колбы и воронкой съ одного боку свернутую бумажку для облегченія выхода воздуха изъ колбы, начинаютъ наливать жидкость на фильтръ. Медленно фильтрующіяся жидкости фильтруютъ и трудно промывающіеся осадки промываютъ подъ уменьшеннымъ давленіемъ въ особыхъ приборахъ, подложивъ подъ фильтръ платиновый конусъ (рис. 11).

Начинать фильтрованіе можно только тогда, когда осадокъ вполне отсѣлъ и находящаяся надъ нимъ жидкость совершенно прозрачна. Фильтрованіе начинаютъ съ того, что осторожно, порціями и не наполняя фильтра до краевъ, наливаютъ на него отстоявшуюся жидкость, затѣмъ переводятъ на фильтръ самый осадокъ и приступаютъ къ его промыванію.

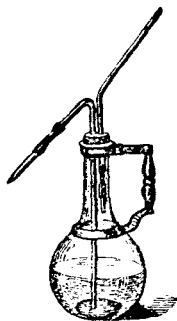


Рис. 12. Промывалка съ ручкой и съ подвижнымъ носикомъ.

Промываніе осадка. Рекомендуются начинать промываніе осадка декантацией, а заканчивать на фильтрѣ, переведя на него весь осадокъ. Промываніе декантацией состоитъ въ повторномъ приливаніи къ осадку промывающей жидкости (3 — 4 раза) и, послѣ отстаиванія, въ сливаніи ея черезъ фильтръ. Съ послѣдней порціей воды переводятъ главную массу осадка на фильтръ, а оставшія къ стѣнкамъ стакана частицы осадка смываютъ сильной струей воды изъ маленькой промывалки съ подвижнымъ носикомъ, соединеннымъ съ трубкой, выводящей изъ промывалки воду, кускомъ каучуковой трубки (рис. 12).

Осадки на фильтрѣ промываютъ изъ промывалки малыми порціями воды, никогда не приливая послѣдующей прежде, чѣмъ совершенно профильтровалась предыдущая порція воды.

Промываніе считается законченнымъ тогда, когда фильтратъ съ повѣрочными реактивами перестанетъ давать реакціи, признакъ, что осадокъ вполне промытъ и сквозь фильтръ стекаетъ только та жидкость, которой производится промываніе.

Если осажденіе было сдѣлано въ стаканѣ съ носикомъ, то во избѣжаніе того, чтобы при переливаніи на фильтръ жидкость не текла по наружной стѣнкѣ стакана, достаточно носикъ снаружи смазать вазелиномъ или саломъ. Если-же стаканъ

былъ безъ носика, необходимо не только смазать снаружи часть края стакана саломъ или вазелиномъ, но и переливать жидкость по стеклянной палочкѣ; при чемъ одинъ конецъ палочки приставляютъ къ краю стакана, а другой упираютъ въ стѣнку фильтра. Во избѣжаніе разбрызгиванія, нижній конецъ воронки прислоняютъ къ стѣнкѣ того сосуда, въ который фильтруютъ. Крѣпко приставшія къ посудѣ частицы осадка оттираютъ кускомъ каучуковой трубки, насаженной на конецъ стеклянной палочки. Фильтратъ самъ по себѣ и вмѣстѣ съ промывными водами долженъ быть совершенно прозрачнымъ; если онъ сдѣлался мутнымъ, значить часть осадка прошла черезъ фильтръ, обыкновенно вслѣдствіе торопливости и несоблюденія изложенныхъ правилъ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ повторнымъ фильтрованіемъ черезъ тотъ-же фильтръ удается задержать муть на фильтрѣ и получить прозрачный фильтратъ; въ другихъ—лучше выкинуть осадокъ и начать анализъ опять съ осажденія и затѣмъ при фильтрованіи и промываніи осадка болѣе строго слѣдить за соблюденіемъ всѣхъ указанныхъ правилъ. Воронка во время фильтрованія и промыванія осадка прикрывается часовыми стеклами или фильтровальной бумагой. Для очень мелкихъ осадковъ, какъ напр., сѣрно-кислый баритъ и нѣк. другіе, рекомендуется брать особыя сорты фильтровъ, имѣющихся въ продажѣ для такихъ осадковъ, или пользоваться фильтрами изъ уплотненной бумаги (gehärteter Filter). Смачиваніе фильтровъ горячей водой, крѣпкимъ спиртомъ также уменьшаетъ ихъ проходимость для мелкихъ осадковъ. Во всѣхъ случаяхъ, гдѣ это возможно, фильтруютъ жидкости горячими и промываютъ осадки горячей водой; это значительно сокращаетъ время промыванія осадка.

Высушиваніе осадковъ. Промытый осадокъ на фильтрѣ вмѣстѣ съ воронкой переносятъ въ мѣдный или алюминіевый сушильный шкафъ (рис. 13) и высушиваютъ обыкновенно при температурѣ 100° Цельзія, а иногда и выше. Температура въ шкафу регулируется съ помощью термолегуляторовъ, изъ которыхъ чаще другихъ примѣняется ртутный терморегуляторъ Рейхарта (рис. 14).

Температура въ 100° Ц. проще всего достигается высушиваніемъ въ шкафу съ двойными стѣнками, между которыми наливается вода. До переноса въ шкафъ воронка съ осадкомъ закрывается бумагой или инымъ способомъ для защиты отъ ржавчины,

которая можетъ быть на внутренней поверхности верхней стѣнки сушильнаго шкафа.

Прокаливаніе. Послѣ высушиванія осадокъ съ фильтромъ вынимаютъ изъ воронки и переводятъ въ предварительно взвѣшенный платиновый тигель, поставленный на глянцевую бумагу. Фильтръ обыкновенно сжигаютъ до пепла отдѣльно отъ осадка, поэтому осадокъ отъ него тщательно отдѣляется разми-

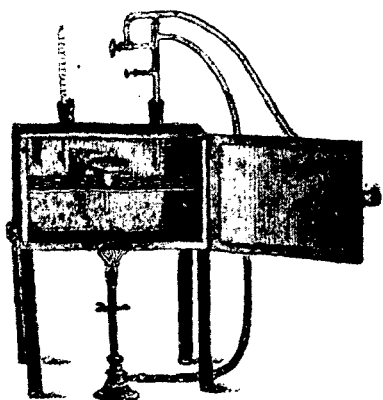


Рис. 13. Сушильный шкафъ съ термометромъ и регуляторомъ температуры. Внутри воронка съ осадкомъ, прикрытая фильтровальною бумагой.

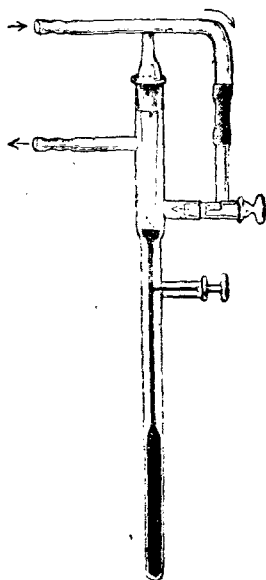


Рис. 14. Регуляторъ температуры Рейхарта.

наніемъ и треніемъ внутреннихъ поверхностей фильтра другъ о друга между пальцами; осадокъ затѣмъ осторожно пересыпаютъ въ тигель, а фильтръ складываютъ въ трубочку, обматываютъ спирально концемъ платиновой проволоки и, держа другой конецъ проволоки въ правой рукѣ, обугливаютъ фильтръ на слабомъ огнѣ простой бунзеновской горѣлки (рис. 15), а затѣмъ, прокаливаютъ до бѣлаго пепла (зола); послѣдній встряхиваютъ въ тигель къ осадку легкими ударами платиновой проволоки о края тигля.

Сжиганіе фильтра производится надъ тиглемъ, поставленнымъ на глянцевую бумагу; во время сжиганія не слѣдуетъ на пепель дышать, разговаривать и близко ходить, чтобы не развѣять по

воздуху легкой пепель фильтра. Случайно попавшие на глянцевую бумагу частицы осадка и пепла фильтра бородкой пера собираются обратно в тигель. После этого ставят тигель на трехугольник (рис. 9, в), положенный на треножник, и, прикрыв крышкой, приступают к прокаливанию, обыкновенно, на безцветном конусе пламени простой газовой горелки Бунзена ($\frac{1}{4}$ часа и больше), а в некоторых случаях на горелке с дутьем (рис. 15 и 17) до постоянного веса ¹⁾. Каждый раз пе-

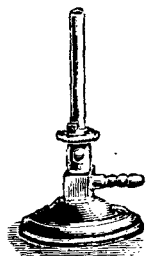


Рис. 15. Обыкновенная газовая горелка Бунзена.

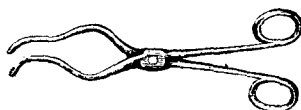


Рис. 16. Химические щипцы.

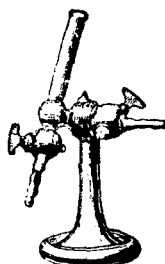


Рис. 17. Газовая горелка с дутьем. Боковой отстой соединяется с газовым краном, нижний — с мѣхами.

редъ взвѣшиваніемъ тигель переносится щипцами (рис. 16) для охлаждения въ эксикаторъ (рис 18). Вычитая изъ найденнаго веса всѣхъ тигля съ крышкой и весъ золы фильтра, находятъ весъ опредѣляемаго вещества. Если подлежащій прокаливанию осадокъ очень мелокъ и потому при прокаливании легко уносится, его завертываютъ въ фильтръ, кладутъ въ тигель, закрываютъ крышкой и обугливаютъ сначала на слабѣмъ пламени; затѣмъ, снявъ крышку, прокаливаютъ на полномъ огнѣ, пока весь уголь фильтра не сгоритъ.

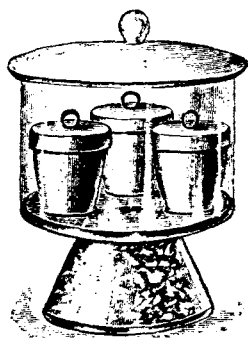


Рис. 18. Эксикаторъ.

¹⁾ При неимѣніи газа, замѣняютъ простую газовую горелку Бунзена спиртовой, а горелку съ дутьемъ — лампой Бартельса. Кромѣ того для лабораторій, находящихся въ мѣстностяхъ, неимѣющихъ газа, рекомендуются приборы, которые образуютъ горючія смѣси, замѣняющія свѣтильный газъ и горящія въ горѣлкахъ Бунзена.

Замѣчаніе относительно работы съ платиновой посудой. Нужно помнить, что нельзя употреблять платиновыхъ тиглей и чашекъ для прокаливанія слѣдующихъ веществъ: ѣдкихъ калия, натра и барита; соединений серебра, свинца, олова, висмута, сурьмы, мышьяка; соединений, выдѣляющихъ свободные галоиды (хлоръ, бромъ, іодъ), а также веществъ, выдѣляющихъ при прокаливаніи легкоплавкіе металлы, и органическихъ соединений, дающихъ золу, богатую фосфорными солями, т. к. платиновая посуда вслѣдствіе образованія легкоплавкихъ сплавовъ съ платиной легко продыравливается. Въ этихъ случаяхъ платиновые тигли замѣняются фарфоровыми, а при сплавленіи ѣдкихъ щелочей серебряными тиглями.

Затѣмъ платиновая посуда всегда должна быть снаружи и изнутри не только чистой, но и блестящей. Ее очищаютъ кипяченіемъ съ водой, подкисленной соляной кислотой; если это не очищаетъ, сплавляютъ съ бурой и, лучше всего, съ кислымъ сѣрно-кислымъ кали, поворачивая посуду щипцами съ платиновыми наконечниками такимъ образомъ, чтобы расплавленная соль хорошо обмывала ее внутреннія стѣнки. Охладивъ сѣрнокислую соль, ее растворяютъ, опустивъ тигель въ горячую воду, посуду полируютъ, взявъ на палецъ немного талька или мокраго азбеста, смываютъ водой и прокаливаютъ, поставивъ на треугольникъ, который въ мѣстахъ соприкосновенія съ платиновой посудой обернуть платиновой проволокой, листовой платиной или имѣть фарфоровыя трубки.

Прокаливаніе въ платиновой посудѣ должно всегда производиться на верхней, безцвѣтной, не блестящей части пламени горѣлки. Несоблюденіе этого основного правила влечетъ за собой всегда порчу платиновой посуды вслѣдствіе образованія на ней темныхъ пятенъ, состоящихъ изъ ломкой углеродистой платины, которыя быстро превращаются въ дыры и трещины.

Въ нѣкоторыхъ частныхъ случаяхъ взвѣшиваніе удобнѣе производить въ спеціальныхъ тигляхъ, или на фильтрахъ.

Опредѣленіе въ тиглѣ Гуча. Фарфоровый или платиновый фильтръ Гуча (Gooch) съ дномъ съ мелкими отверстіями, покрываемымъ тонкимъ фильтрующимъ слоемъ азбеста, позволяетъ ускорить фильтрованіе и промываніе осадковъ сильнымъ отсасываніемъ водянымъ насосомъ, кромѣ того въ этомъ тиглѣ можно вещество послѣ промыванія и высушиванія прокалить и взвѣсить. Изъ волокнистаго азбеста, прокипяченнаго въ крѣпкой

соляной кислотѣ, отмученнаго на ситѣ и высушеннаго при комнатной температурѣ, готовится на водѣ негустое тѣсто. Это тѣсто выливается на дно тигля такимъ слоемъ, чтобы черезъ него не было видно на свѣтъ отверстій дна тигля, и избытокъ воды отсасывается насосомъ.

Убѣдившись въ этомъ, покрываютъ слой азбеста продырявленной пластинкой, промываютъ водой, пока не будетъ стекать совершенно прозрачная вода, высушиваютъ въ сушильномъ шкафу, слегка прокаливаютъ и взвѣшиваютъ. При изслѣдованіи питьевой воды въ тиглѣ Гуча весьма удобно опредѣлять взвѣшенные (супендированныя) вещества воды, когда ихъ въ водѣ содержится мало и поэтому необходимо фильтровать большіе объемы изслѣдуемой воды. (См. Опредѣленіе взвѣшенныхъ веществъ.)

Опредѣленіе на взвѣшенномъ фильтрѣ. Фильтръ изъ плотной шведской бумаги высушиваютъ въ бюксѣ или между часовыми стеклами съ зажимомъ въ сушильномъ шкафу до постоянного вѣса при той температурѣ, при которой необходимо сушить опредѣляемое вещество (при 100—110° Ц.). Помѣстивъ на воронку такой фильтръ, черезъ него фильтруютъ, осадокъ промываютъ, высушиваютъ сначала на воронкѣ, а окончательно въ той же посудѣ, въ которой онъ предварительно сушился одинъ безъ осадка до постоянного вѣса, при той же температурѣ. При анализѣ воды на фильтрѣ опредѣляютъ количество взвѣшенныхъ веществъ; вообще же такимъ способомъ опредѣляютъ вещества, которыя нельзя прокаливать.

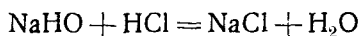
Реактивы для качественныхъ реакцій.

Для качественныхъ реакцій примѣняются реактивы различныхъ, болѣе или менѣе произвольныхъ концентрацій, выражающихся въ процентахъ. Для введенія большаго однообразія и точности въ качественный анализъ въ настоящее время рекомендуется примѣнять для качественныхъ реакцій двунормальные растворы (см. ниже).

При описаніи отдѣльныхъ способовъ опредѣленій ниже указана концентрація растворовъ для качественныхъ реакцій, если она отклоняется отъ двунормальной. Необходимыя для приготовления этихъ растворовъ вещества отвѣшиваются не на химико-аналитическихъ, а на химико-техническихъ вѣсахъ, позволяющихъ отвѣшивать съ точностью до одной сотой доли грамма.

Объемный анализъ.

Объемный анализъ (анализъ титрованіемъ, мѣрою) примѣнимъ только къ веществамъ, которыя вступаютъ въ реакціи въ опредѣленныхъ вѣсовыхъ соотношеніяхъ и въ реакціи, идущія до конца. Если отвѣсить опредѣленное количество какого либо вещества и растворить его въ точно измѣренномъ объемѣ воды, то съ помощью такого раствора можно опредѣлять неизвѣстныя количества другого вещества, способнаго реагировать съ первымъ. Напримѣръ, ѣдкій натръ соединяется, нейтрализуетъ соляную кислоту по слѣдующему равенству:



Такимъ образомъ 1 молекула ѣдкаго натра, вѣсъ которой 40, нейтрализуетъ 1 молекулу соляной кислоты, вѣсъ которой равенъ 36,5; отвѣсивъ 40 грм. ѣдкаго натра и приготовивъ изъ него растворъ въ 1000 куб. сант. воды, получаютъ растворъ съ опредѣленнымъ содержаніемъ (титромъ) ѣдкаго натра. Съ помощью этого титрованного раствора ѣдкаго натра не трудно опредѣлить количество соляной кислоты въ ея растворахъ неизвѣстной крѣпости. Для этого, напримѣръ, отмѣряютъ раствора кислоты точно 50 куб. сант. и къ нему прибавляютъ до полной нейтрализаціи вышеуказаннаго раствора ѣдкаго натра. Допустимъ, что для нейтрализаціи 50 куб. сант. соляной кислоты пошло ровно 25 куб. сант. раствора ѣдкаго натра, что соотвѣтствуетъ 1 грм. сухого ѣдкаго натра; отсюда слѣдуетъ, что въ 50 куб. сант. раствора кислоты находится тоже количество соляной кислоты, которое эквивалентно (химически равнозначуще) 25 куб. сант., т. е. 1 грм. ѣдкаго натра. Изъ приведеннаго выше равенства видно, что 40 грм. ѣдкаго натра химически равнозначны (эквивалентны) 36,5 грм. соляной кислоты, а слѣдовательно 1 грм. NaHO эквивалентенъ $\frac{36,5}{40} = 0,9110$ грм. HCl; это количество содержится въ 50 куб. сант. раствора соляной кислоты, слѣдовательно въ 1000 куб. сант. этого раствора содержится $0,9115 \times 20 = 18,22$ грм. соляной кислоты.

Изъ сказаннаго видно, что при анализѣ мѣрою необходимо весьма точное измѣреніе объемовъ жидкости въ спеціальныхъ измѣрительныхъ приборахъ.

Приборы для измѣреній жидкостей и ихъ употребленіе.

При объемномъ анализѣ необходимо точно измѣрять объемы

жидкостей отъ нѣсколькихъ литровъ до 0,1 куб. сант., поэтому употребляемая для этихъ цѣлей посуда должна быть точно калибрована. Единицей для измѣренія объемовъ жидкостей служить 1 куб. сант., вѣсъ котораго при 4⁰ Ц. равенъ 1 грм., слѣдовательно вѣсъ, напр., 1000 куб. сант. воды (литра) будетъ равенъ 1000 грм. Хотя измѣрительные приборы калибруются и проверяются на фабрикахъ, при точныхъ анализахъ необходимо ихъ калибровку проверять въ лабораторіи, для чего полезно имѣть по 1 экземпляру т. н. „нормальныхъ“ образцовъ посуды, т. е. проверенныхъ компетентнымъ учрежденіемъ. Такая точно проверенная измѣрительная посуда имѣется въ продажѣ. Измѣрительная посуда должна быть абсолютно чиста и до употребленія высушена.

Измѣрительныя колбы. Такъ называются колбы съ чертой на шейкѣ и съ обозначеніемъ на стѣнкѣ емкости въ куб. сант. при t⁰ 15 или 17,5⁰ Ц. (рис. 19). Размѣры измѣрительныхъ колбъ различны: 2000, 1000, 500, 250, 100, 50, 25 куб. сант.; изъ нихъ наиболѣе употребительны: въ литръ, поллитра, четверть литра

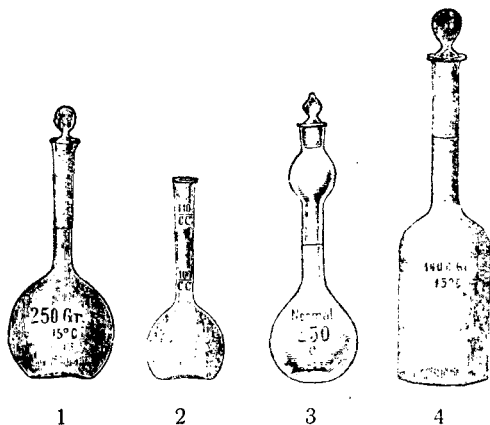


Рис. 19. Измѣрительныя колбы. 1) и 2) обыкновенный фасонъ съ пробкой и безъ пробки; 3) проверенная (нормальная) колба; 4) колба малоупотребительнаго фасона.

и въ 100 куб. сант. Измѣряемая жидкость наливается въ колбу такъ, чтобы нижняя часть мениска жидкости касалась черты-мѣтки, имѣющейся на шейкѣ колбы, при чемъ глазъ наблюдателя ставится съ чертой на одну горизонтальную плоскость. Измѣрительныя колбы служатъ предпочтительно для приготовленія точныхъ растворовъ (титровъ); приготовленные растворы отнюдь не должны въ нихъ храниться.

Колбы съ одной мѣткой на шейкѣ калиброваны точно, обыкновенно, только на вливаніе въ нихъ жидкости, при выливаніи же—часть жидкости всегда остается прилипшей къ стѣнкамъ. Колбы съ двумя мѣтками—калиброваны на вливаніе и на выливаніе и имѣютъ соотвѣтствующія надписи.

Измѣрительные цилиндры. Въ отличіе отъ колбъ измѣрительные цилиндры (рис. 20) позволяютъ въ одномъ и томъ же приборѣ отмѣрять различные объемы жидкости, напр., въ литровомъ цилиндрѣ—различныя доли литра; они особенно удобны въ тѣхъ случаяхъ, когда требуется растворъ развести до опредѣленнаго объема. Цилиндры имѣютъ дѣленія на куб. сант.; вслѣдствіе ихъ ширины, отсчетъ объемовъ въ цилиндрахъ менѣе точенъ, чѣмъ въ колбахъ.

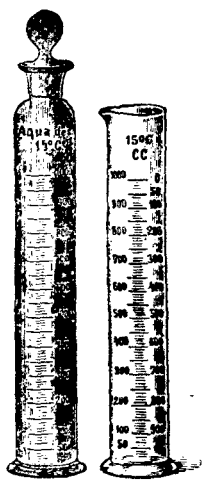


Рис. 20. Измѣрительные цилиндры.

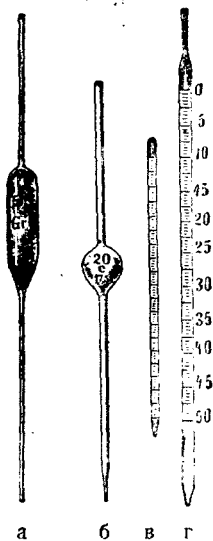


Рис. 21. а), б) пипетки Мора; в); г) пипетки цилиндрическія.

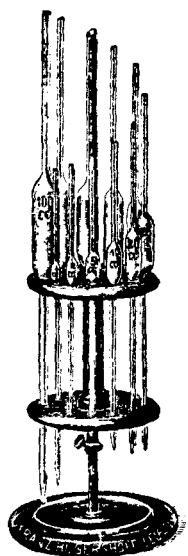


Рис. 22. Пипетки въ штативѣ.

Пипетки. Пипетки примѣняются для того, чтобы отсосать опредѣленный объемъ жидкости, и калибруются такъ, чтобы при истеченіи давать тотъ объемъ, который на нихъ обозначенъ. Величина пипетокъ колеблется между 100 куб. сант. и 1 куб. сант.; количество измѣряемой жидкости до $\frac{1}{100}$ куб. сант. Пипетки приготовляются двухъ типовъ: для измѣренія одного объема жидкости—это пипетки съ раздутіемъ, пипетки Мора (рис. 21, а и б) и пипетки для разныхъ объемовъ, цилиндрическія (рис. 21, в и г), которые позволяютъ отмѣрять различные объемы жидкостей съ точностью до $\frac{1}{10}$ куб. сант., а въ нѣкоторыхъ специальныхъ пипеткахъ—до $\frac{1}{100}$ куб. сант. Жидкость въ пипетки нагнетается ртомъ нѣсколько выше мѣтки; затѣмъ вынутый изъ

рта конецъ пипетки быстро затыкается указательнымъ (а не большимъ!) пальцемъ; излишекъ жидкости выпускается изъ пипетки до мѣтки осторожнымъ движеніемъ затыкающаго пальца въ горизонтальной плоскости. Операция насасыванія въ пипетку жидкости считается сдѣланной правильно, если нижняя часть мениска совпадаетъ съ мѣткой, и тогда медленно выпускаютъ жид-

кость изъ пипетки въ сосудъ; для удаленія приставшей къ стѣнкамъ жидкости достаточно обхватить широкую часть пипетки рукой и нажать на верхнее отверстіе пипетки пальцемъ. Выдувать оставшуюся каплю жидкости изъ пипетки не слѣдуетъ. При работѣ пипетки помѣщаютъ въ штативъ, вращающійся на вертикальномъ металлическомъ стержнѣ (рис. 22).

Бюретки. Бюретки представляютъ собой самый точ-

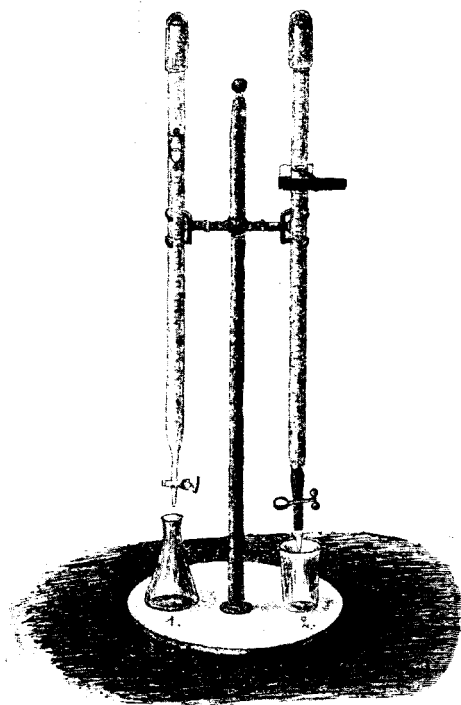


Рис. 23. 1) бюретка съ стекляннымъ краномъ; 2) бюретка съ каучукомъ и зажимомъ Мора внизу и экраномъ (рис. 24) для отсчета.



Рис. 24. Деревянный зажимъ съ бумажнымъ экраномъ для отсчетовъ (см. рис. 23).

ный приборъ для измѣренія малыхъ объемовъ вытекающихъ жидкостей и являются какъ бы дальнѣйшимъ усовершенствованіемъ цилиндрическихъ пипетокъ. Бюретки имѣютъ дѣленія въ 1 куб. сант., а каждый куб. сант. въ свою очередь раздѣленъ на $\frac{1}{10}$, рѣже на $\frac{2}{10}$ куб. сант. Общая вмѣстимость бюретокъ 50, 25 куб. сант.; рѣже употребляются бюретки большихъ или меньшихъ размѣровъ. Нижний конецъ бюретки имѣетъ каучуковую трубку, на которую надѣвается зажимъ; въ нижній конецъ каучуковой трубки вставляется короткая трубка, оттянутая въ узкій носикъ

(рис. 23,2). Для жидкостей, дѣйствующихъ на каучукъ, употребляютъ бюретки съ стекляннымъ краномъ (рис. 23,1), которая значительно дороже. Кранъ бюретокъ долженъ быть хорошо пришлифованъ (не долженъ „заѣдать“), легко поворачиваться и передъ употребленіемъ слегка смазанъ особой мазью, или вазелиномъ. Бюретки вставляются въ штативы и устанавливаются совершенно вертикально.

Наполненіе бюретки. Чтобы выгнать изъ нижней узкой части бюретки воздухъ, вначалѣ жидкость на с а с ы в а ю т ъ черезъ нижній конецъ и затѣмъ доливаютъ ее сверху нѣсколько выше

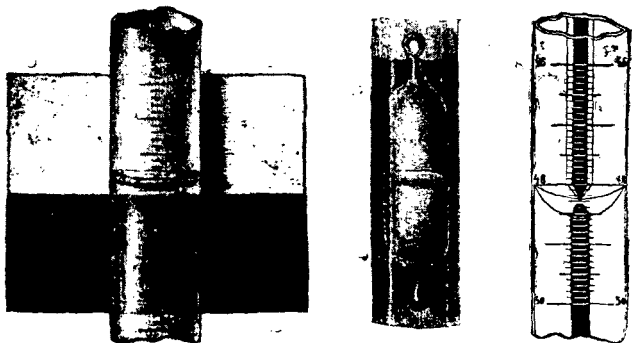


Рис. 25. а) отсчетъ съ экраномъ; б) отсчетъ съ поплавкомъ Эрдмана; в) отсчетъ въ бюреткѣ съ синей полосой на задней стѣнкѣ.

черты 0 черезъ воронку. Осторожно надавливая на зажимъ, по каплямъ спускаютъ изъ бюретки избытокъ жидкости и устанавливаютъ ее на опредѣленномъ дѣленіи. При отсчетѣ простымъ глазомъ, поставленнымъ въ одну горизонтальную плоскость съ дѣленіемъ отсчета, нижняя выпуклая часть мениска должна касаться этого дѣленія. Точность отсчета можетъ быть увеличена различными способами: съ помощью экрановъ изъ бумаги (рис. 23 и 25, а), особенно употребленіемъ поплавка Эрдмана, который имѣетъ горизонтальную круговую черту, вполне совпадающую съ дѣленіями бюретки, чѣмъ менискъ жидкости изъ отсчета исключается (рис. 26, б), а также синей полосой на задней части бюретки (рис. 26, в). При наполненіи всей бюретки сверху, необходимо выгнать изъ нижней части ея воздухъ, поднимая носикъ кверху и выпуская растворъ сильной струей.

Чтобы не терять времени на высушиваніе вымытыхъ бюретокъ, ихъ передъ наполненіемъ споласкиваютъ 1—2 раза тѣмъ растворомъ, которымъ желаютъ наполнить.

Въ санитарной практикѣ приходится дѣлать много однообразныхъ опредѣленій съ помощью однихъ и тѣхъ же растворовъ, поэтому при объемномъ анализѣ точные растворы, не подвергающіеся порчѣ, готовятся въ запасъ и соединяются съ бюретками, такимъ образомъ, чтобы можно было приступить къ титрованію, не теряя времени на мытье и наполненіе бюретокъ.

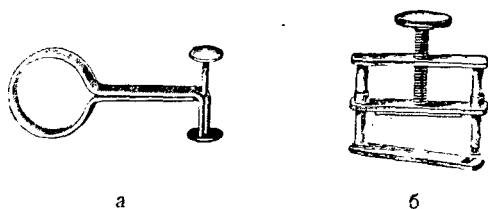


Рис. 26. а) зажимъ Мора для бюретокъ; б) зажимъ съ винтомъ для другихъ цѣлей.

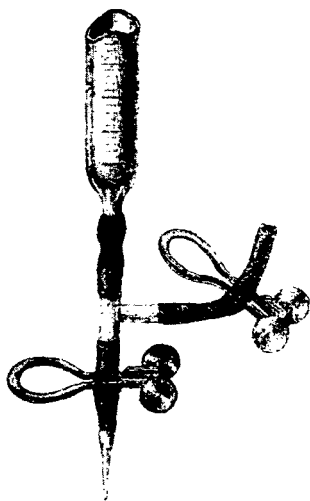


Рис. 27. Соединеніе обыкновенной бюретки съ бутылкой, содержащей титрованный растворъ; растворъ вливается черезъ боковой отростокъ.

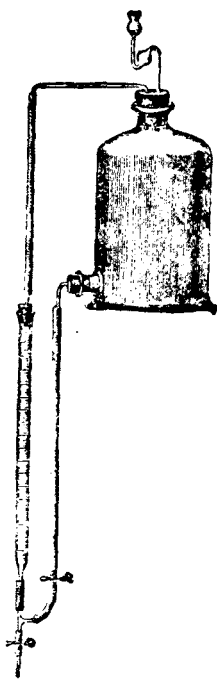


Рис. 28. Расположеніе приборовъ для титрованія: на верху бутылъ съ титрованнымъ растворомъ, который черезъ нижнее отверстіе бутылки наполняетъ бюретку снизу черезъ Т-образную трубку.

Обыкновенно такіе растворы въ бутылкахъ ставятъ на полку и соединяютъ стеклянными трубками-сифонами съ бюретками; при этомъ растворы вливаются въ бюретки нажиманіемъ зажимовъ (рис. 26, а), или повертываніемъ крана. Для этого могутъ быть приспособлены обыкновенныя бюретки съ каучукомъ, если между бюреткой и зажимомъ вставить Т-образную трубку (рис. 27) и боковой отростокъ этой трубки соединить съ растворами, стоя-

щими на полкъ, стеклянной трубкой, проходящей через пробку почти до дна бутылки. Каучуковые трубки слѣдуетъ употреблять только для стыковъ стеклянныхъ трубокъ. Въ продажѣ имѣются спеціальныя бюретки съ зажимами и съ кранами для описанной цѣли съ особыми бутылками для растворовъ (съ отверстиями у дна) и подставками (рис. 28 и 29) различныхъ системъ.

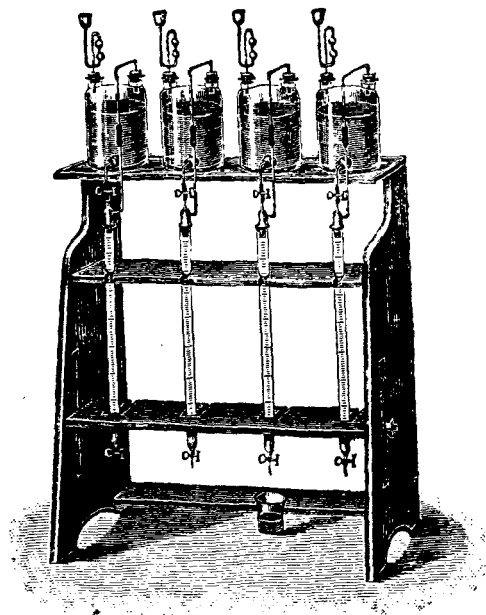


Рис. 29. Расположеніе приборовъ для титрованія на особой подставкѣ. Бюретки наполняются сверху черезъ трубку съ зажимомъ.

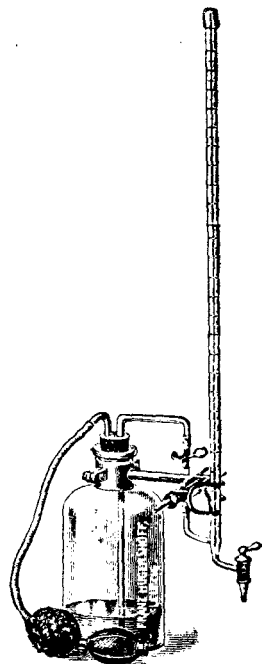


Рис. 30. Приборъ для титрованія съ каучуковымъ баллономъ.

Весьма изящно и удобно приспособленіе для наполненія бюретокъ съ помощью вдуванія воздуха въ бутылъ съ растворомъ посредствомъ каучуковаго баллона (рис. 30), особенно, если у бюретки имѣется автоматическое приспособленіе для установки жидкости всегда на нулевой чертѣ. Правда, оно нѣсколько ломко, загромождаетъ рабочій столъ и требуетъ сравнительно частой смѣны каучуковаго баллона.

Титрованные растворы.

При приготовленіи титрованныхъ растворовъ, т. е. растворовъ, содержащихъ въ опредѣленномъ объемѣ точно извѣстное

количество вещества, единицей въѣса служить граммъ, а единицей объема 1000 куб. сант. (литръ) дистиллированной воды. Молекулярные въѣса соединений выражаются въ граммъ-молекулахъ, атомные въѣса—въ граммъ-атомахъ, т. е. молекулярные и атомные въѣса соединений и элементовъ выражаются въ граммахъ.

Напримѣръ, въѣсъ атомовъ и молекулъ въ граммахъ:

$$\begin{array}{rcl} \text{Na} & = & 23 \\ \text{H} & = & 1 \\ \text{O} & = & 16 \\ \hline \text{NaHO} & = & 40 \text{ грм.} \end{array} \qquad \begin{array}{rcl} \text{H} & = & 1 \\ \text{Cl} & = & 35,5 \\ \hline \text{HCl} & = & 36,5 \text{ грм.} \end{array}$$

Титрованные растворы могутъ быть:

1) Неопредѣленные, титры которыхъ устанавливаются при каждомъ опредѣленіи. Примѣняются при сильной измѣнчивости находящагося въ растворѣ вещества и весьма рѣдко.

2) Эмпирическіе растворы, довольно часто примѣняемые въ санитарной практикѣ. Напр., растворъ поваренной соли, каждый куб. сант. котораго соотвѣтствуетъ 1 мгрм. хлора и др. и

3) Нормальные растворы, упрощающіе въ значительной степени соотношенія между объемами растворовъ и вычисленія данныхъ анализа.

Приготовление нормальныхъ растворовъ. Нормальнымъ растворомъ называютъ такой растворъ, въ литрѣ котораго содержатся 1 граммъ-атомъ водорода, или эквивалентныя 1 атому водорода въѣсовыя количества другихъ простыхъ и сложныхъ соединений, выраженныхъ въ граммахъ. Слѣдовательно нормальные ($\frac{1}{1}$) растворы содержатъ въ граммахъ на 1 литръ:

$$\text{H} = \text{Cl} = \text{Na} = \text{K} = \frac{\text{Zn}}{2} = \frac{\text{O}}{2} = \text{HCl} = \frac{\text{H}_2\text{SO}_4}{2} = \frac{\text{Ca}}{2}$$

$$1 = 35,5 = 23 = 39 = \frac{65}{2} = \frac{16}{2} = 36,5 = \frac{98}{2} = \frac{40}{2}$$

Изъ приведенныхъ примѣровъ видно, что для приготовления нормальныхъ растворовъ изъ одноатомныхъ (одновалентныхъ) элементовъ берутъ навѣску, равную ихъ атомному въѣсу, выраженному въ граммахъ (граммъ-атомахъ) Напр., $\text{H} = 1$ грм.; $\text{Ag} = 108$ грм.; для элементовъ дву- и болѣе атомныхъ (валентныхъ)— атомный въѣсъ, дѣленный на атомность (валентность) элемента; напр., $\frac{\text{Ca}''}{2} = \frac{40}{2}$ грм., $\frac{\text{Ba}''}{2} = \frac{137}{2}$ грм., растворяютъ и доводятъ объемъ раствора до одного литра.

При приготовленіи нормальныхъ растворовъ изъ сложныхъ соединений отвѣщаютъ на 1 литръ раствора молекулярный вѣсъ вещества, выраженный въ граммахъ (граммъ-молекулу), въ томъ случаѣ, если дѣйствующая часть молекулы, вступающая въ реакцію, одна атомна и слѣдовательно эквивалентна 1 атому водорода. Напримѣръ, $[H]Cl = 36,5$ грм., $[Na]HO = 40$ грм., потому что въ соляной кислотѣ вступаетъ въ реакцію 1 атомъ водорода, а въ ѣдкомъ натрѣ 1 атомъ натрія. Если дѣйствующая часть молекулы дву атомна, для нормального раствора берется половина молекулярнаго вѣса. Напр., $\frac{[H_2]SO_4}{2} = \frac{98}{2}$ грм., $\frac{[Ba''] (OH)_2}{2} = \frac{171}{2}$ грм., $\frac{[Na_2]CO_3}{2} = \frac{106}{2}$ грм., т. к. въ этихъ соединеніяхъ дѣйствуютъ $2H$, $2Na$ и одинъ атомъ двувалентнаго Ba .

Вещества съ атомностью большей, чѣмъ два, для приготовленія титрованныхъ растворовъ употребляются весьма рѣдко.

Нѣсколько сложнѣе расчеты при приготовленіи нормальныхъ растворовъ изъ веществъ, дѣйствующихъ окислительно выдѣленнымъ ими свободнымъ кислородомъ, который воспринимается веществомъ, подлежащимъ окисленію.

Навѣска для нормального раствора такого вещества высчитывается по количеству отдаваемого или принимаемого кислорода, перечисленного на эквивалентъ водорода, т. е. $H = \frac{O}{2}$.

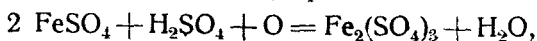
Напримѣръ, двѣ молекулы марганцевокаліевой соли ($KMnO_4$) выдѣляютъ 5 атомовъ кислорода, что эквивалентно 10 атомамъ водорода; отсюда



поэтому нормальная навѣска марганцевокаліевой соли равняется

$$\frac{2 KMnO_4}{10} = \frac{O}{2} = H.$$

Другой примѣръ. Двѣ частицы сѣрнокислой закиси желѣза ($FeSO_4$) окисляются въ соль окиси, принимая 1 атомъ кислорода:



поэтому нормальная навѣска этой соли будетъ равна:

$$\frac{2 FeSO_4}{2} = \frac{O}{2} = H.$$

Точно также высчитывается навѣска для нормального раствора веществъ, которыя выдѣляютъ или воспринимаютъ дѣйствующій хлоръ, бромъ, или іодъ. Такъ, двѣ молекулы сѣрно-

ватистонатровой соли ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) превращаютъ 2 атома іода въ іодистый натръ, превращаясь въ свою очередь въ тетратионовый натръ.

Отсюда $2 \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 2 \text{J} = 2 \text{H}$, поэтому нормальная навѣска этой соли будетъ

$$\frac{2 \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{2} = \text{J} = \text{H}$$

На приведенныхъ основаніяхъ для приготовленія 1 литра нормальнаго раствора отвѣшиваютъ въ граммахъ:

1 молек.	$\text{HCl} = 36,5$ грм.	$1/2$ молек.	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 = 130,5$ грм.
1 "	$\text{HNO}_3 = 63,0$ "	$1/2$ "	$\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} = 157,8$ "
$1/2$ "	$\text{H}_2\text{SO}_4 = 49,0$ "	1 "	$\text{NaHCO}_3 = 84,0$ "
$1/2$ "	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 63,0$ "	1 "	$\text{FeSO}_4 = 152,0$ "
1 "	$\text{NaHO} = 40,0$ "	$1/5$ "	$\text{KMnO}_4 = 31,6$ "
1 "	$\text{KOH} = 56,0$ "	$1/4$ "	$\text{As}_2\text{O}_3 = 49,5$ "
$1/2$ "	$\text{Na}_2\text{O} = 31,0$ "	1 "	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = 248,3$ "
$1/2$ "	$\text{CaO} = 28,0$ "	$1/2$ "	$\text{H}_2\text{S} = 17,0$ "

Нормальные растворы, вслѣдствіе ихъ излишней крѣлости, вообще сравнительно рѣдко примѣняются при объемномъ анализѣ и никогда не примѣняются при санитарномъ анализѣ питьевыхъ водъ.

Вмѣсто нормальныхъ ($1/1$) чаще готовятъ растворы въ 10 разъ болѣе слабые ($1/10$ норм., децинормальные), въ 100 разъ слабѣе ($1/100$ норм., санинормальные), а также $1/4$, $1/5$, $1/20$ нормальные.

Для приготовленія $1/10$ норм. растворовъ отвѣшиваютъ $1/10$ ч. навѣски, необходимой для приготовленія нормальныхъ растворовъ (въ граммахъ), растворяютъ и разводятъ до литра; для приготовленія $1/100$ нормальнаго раствора отвѣшиваютъ $1/100$ ч. нормальной навѣски и т. д.

Наприм., для $1/10$ норм. раствора соляной кислоты (безводной) слѣдовало бы отвѣсить $\frac{\text{HCl}}{10} = \frac{36,5}{10} = 3,65$ грм.; для $1/100$ норм.

$$\frac{\text{HCl}}{100} = \frac{36,5}{100} = 0,365 \text{ грм.}$$

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ нормальные растворы готовятъ для храненія, т. к. крѣпкіе растворы постояннѣе слабыхъ, и разводятъ ихъ по мѣрѣ надобности. Напримѣръ, разводя до 1 литра

100 куб. сант. норм. раств., получимъ растворъ $\frac{1}{10}$ норм.

10 " " " " " " " $\frac{1}{100}$ " и т. д.

Изъ изложеннаго вытекаетъ весьма важное практическое слѣдствіе: нормальные, а также $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$ и т. д. норм. растворы всѣхъ веществъ реагируютъ между собой въ равныхъ объемахъ; иными словами они соотвѣтствуютъ другъ другу: 1 литръ—1 литру, 1 куб. сант.—1 куб. сант., $\frac{1}{10}$ куб. сан.— $\frac{1}{10}$ куб. сант., что упрощаетъ всѣ расчеты. Напримѣръ, для насыщенія 1 куб. сант. норм. ѣдкаго натра пойдетъ 1 куб. сант. норм. растворовъ всѣхъ кислотъ и наоборотъ.

Затѣмъ, если при титрованіи нормальными растворами брать навѣску изслѣдуемаго вещества въ 10 разъ меньшую, чѣмъ для нормальнаго раствора, то число куб. сант. истраченнаго раствора безъ всякихъ вычисленій показываетъ процентное содержаніе изслѣдуемаго вещества. Напр., при титрованіи нормальнымъ растворомъ ѣдкаго натра (40 грм. на литръ) $\frac{36,5}{10} = 3,65$ грм. соляной кислоты, потребуется ровно 100 куб. сант. нормальнаго раствора щелочи, если соляная кислота не содержала воды и др. примѣсей. Если же въ отвѣщенной кислотѣ содержалось, напр. 66,5% воды, то на взятую навѣску ея пойдетъ норм. ѣдкой щелочи только 33,5 куб. сант., т. е. соотвѣтственно процентному содержанію безводной кислоты—33,5%.

Соотвѣтственно уменьшая навѣску, можно опредѣлять процентное содержаніе изслѣдуемаго вещества также и другими титрованными растворами, кратными отъ нормальныхъ.

Приготовление титрованныхъ растворовъ. Для приготовленія титрованныхъ растворовъ необходимо получить химически чистое вещество, точно соотвѣтствующее теоретической формулѣ. Для этого продажныя химическія вещества подвергаются очисткѣ, большей частью, посредствомъ перекристаллизаци изъ воды, рѣже изъ другихъ жидкостей; очищенное вещество высушивается и точно отвѣшивается на химико-аналитическихъ вѣсахъ, пересыпается въ литровую колбу, растворяется въ небольшомъ количествѣ воды и разводится точно до объема литра. При чемъ водные растворы всегда должны касаться черты на шейкѣ колбы ниже ея частью своего мениска. Иногда берется навѣска вещества съ кристаллизационной водой.

Вещества, растворяющіеся въ кипящей водѣ больше, чѣмъ въ холодной, перекристаллизовываютъ, охлаждая ихъ растворы

насыщенные при кипяченіи, въ снѣгу или льду; при чемъ маточный растворъ съ нихъ сливается просто или черезъ бумажный фильтръ. Иногда перекристаллизацію необходимо повторить нѣсколько разъ.

Производство титрованія. Титрованіемъ называется приливаніе малыми порціями растворовъ опредѣленной концентрации къ раствору изслѣдуемаго вещества, во время котораго происходитъ химическая реакція между двумя растворами. Конецъ приливанія титрованного раствора узнается или по измѣненію цвѣта титруемой жидкости или по образованію осадковъ. Титрованный растворъ наливается въ бюретки и устанавливается на одномъ изъ верхнихъ дѣленій бюретки такимъ образомъ, чтобы нижній край его мениска касался этого дѣленія при положеніи на одной плоскости съ уровнемъ жидкости, или устраняють менискъ, затрудняющій нѣсколько отсчетъ, поплавкомъ Эрдмана (см. стр. 50, рис. 25, б.).

Опустивъ поплавокъ въ бюретку съ растворомъ, устанавливаютъ растворъ такъ, чтобы черта-мѣтка поплавка совпала съ однимъ изъ крупныхъ дѣленій бюретки. Также дѣлается отсчетъ и при титрованіи послѣ выпусканія каждой порціи раствора.

При точныхъ работахъ бюретки необходимо провѣрять калиброваніемъ; для этой цѣли наполняютъ бюретку прокипяченной дистиллированной водой въ 17,5° Ц, выпускаютъ въ взвѣшенные колбочки по 10 куб. сант. и взвѣшиваютъ на химико-аналитическихъ вѣсахъ. Если бюретка калибрована правильно, 10 куб. сант. воды будутъ вѣсить ровно 10 грм. съ разнициами не болѣе 0,01 грм. Примѣняя вмѣсто воды ртуть, можно получить еще болѣе точную провѣрку. Обыкновенныя продажныя бюретки въ верхней части всегда нѣсколько уже, а въ нижней—шире, т. ч. самыя вѣрныя дѣленія имѣются въ среднихъ частяхъ бюретокъ, которыми и пользуются обыкновенно при точныхъ титрованіяхъ. Имѣющіяся въ продажѣ „нормальныя“ бюретки достаточно точны для санитарныхъ изслѣдованій и провѣрка ихъ излишня.

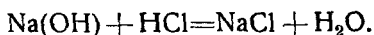
Классификація реакцій, которыми пользуются при объемномъ анализѣ.

Не смотря на разнообразіе реакцій, происходящихъ при опредѣленіи веществъ титрованіемъ, ихъ можно сгруппировать въ три категоріи:

- 1) насыщеніе, или нейтрализація,
- 2) осажденіе и
- 3) окисленіе и возстановленіе; къ этой группѣ относится и іодометрія.

Насыщеніе.

Примѣромъ способа титрованія, основаннаго на нейтрализаціи, служитъ насыщеніе какой либо щелочи кислотой, или наоборотъ, насыщеніе кислоты щелочью. Если при этомъ опредѣляютъ щелочь титрованной кислотой, то такой процессъ называется алкалиметрія; если же, наоборотъ, кислоту опредѣляютъ титрованной щелочью, то это носитъ названіе ацидиметрія. Моментъ насыщенія узнается по измѣненію цвѣта индикатора. Примѣромъ можетъ служить насыщеніе ѣдкаго натра соляной, кислотой, идущее по слѣдующему равенству:



Индикаторы. Индикаторомъ называется вещество, дающее съ ничтожнымъ количествомъ кислотъ и щелочей ясно видимыя окраски. Большею частью индикаторами являются или натуральныя краски — лакмусъ, куркума, кошениль, или краски искусственно-приготовленныя — розоловая кислота, ализаринъ, метилоранжъ; рѣже вещества безцвѣтныя, какъ фенолфталеинъ. По своей химической природѣ большинство индикаторовъ принадлежатъ къ слабымъ кислотамъ и только немногіе къ слабымъ основаніямъ. Теоретически дѣйствіе ихъ объясняется электролитической диссоціаціей ихъ растворовъ на окрашенные іоны (Оствальдъ).

1. Лакмусъ. Красящій пигментъ лакмуса азолитминъ, синѣющій отъ щелочей и краснѣющій отъ кислотъ, представляетъ собой вещество темнокоричневаго цвѣта, мало растворимое въ водѣ и совершенно нерастворимое въ спиртѣ и эфирѣ; съ щелочами образуетъ легко растворимыя соли синяго цвѣта; отъ кислотъ синій цвѣтъ переходитъ въ красный. Кромѣ синяго красящаго вещества въ лакмусѣ содержатся еще красныя пигменты, растворимыя въ спирту и малопрігодныя въ качествѣ индикаторовъ вслѣдствіе недостаточной чувствительности.

Для полученія изъ лакмуса чувствительнаго раствора и пропитанныхъ имъ бумажекъ существуетъ много рецептовъ,

которые различаются между собой способами очистки продажного лакмуса.

Способъ Мора. Продажный лакмусъ въ кубикахъ для удаленія красящихъ примѣсей дигерируютъ въ теченіе нѣкотораго времени въ 85% алкоголь въ фарфоровой чашкѣ, сливаютъ спиртъ и повторяютъ эту операцію до трехъ разъ. Нерастворившійся въ спирту лакмусъ обрабатываютъ горячей водой, получившуюся густую массу переливаютъ въ цилиндръ и даютъ осѣсть, а отстоявшуюся прозрачную жидкость сливаютъ сифономъ, выпаривая до $\frac{1}{3}$ объема, и для разложенія солей подкисляютъ ее уксусной кислотой. Послѣ этого сгущаютъ жидкость до густоты сиропа и къ ней прибавляютъ значительныя количества 90% спирта. Красящее вещество лакмуса выпадаетъ въ осадокъ, который отфильтровываютъ и промываютъ спиртомъ. Очищенное такимъ образомъ красящее вещество, наконецъ, растворяютъ въ горячей водѣ и разводятъ растворъ такъ, чтобы три капли его явственно окрашивали 50 куб. сант. воды.

Способъ Кубеля-Тимана. Истолченный въ порошокъ лакмусъ повторно обрабатывается горячей водой; водный растворъ осторожно пересыщается уксусной кислотой для разложенія углекислаго кали и выпаривается на водяной банѣ до густоты сиропа; затѣмъ, прибавивъ къ сиропу немного 90% спирта, смѣсь переливаютъ въ колбу и приливаютъ большія количества 90% спирта. Отъ спирта красящее вещество лакмуса выпадаетъ, а примѣси остаются въ растворѣ; осадокъ отфильтровывается, промывается на фильтрѣ спиртомъ, растворяется при нагрѣваніи въ дистиллированной водѣ и фильтруется.

Способъ Левина. Нѣсколько дней настаиваютъ 500 грм. продажного лакмуса съ 2 литрами воды, фильтруютъ черезъ складчатый фильтръ, фильтратъ подкисляютъ соляной кислотой и діализируютъ до полного исчезновенія реакціи на хлориды въ окружающей діализаторъ водѣ и въ его содержимомъ (азотно-кислое серебро перестанетъ давать муть).

Затѣмъ содержимое діализатора концентрируютъ до густоты сиропа на водяной банѣ, осаждаютъ красящее вещество 95% спиртомъ, промываютъ его такимъ же спиртомъ на фильтрѣ и растворяютъ въ дистиллированной водѣ (въ случаѣ затрудненій въ раствореніи осадка, прибавляютъ каплю—двѣ фдкаго натра). Для приготовленія реактивныхъ бумажекъ растворъ дѣлится на двѣ порціи; одну изъ нихъ подкисляютъ фосфорной кислотой до

полученія красной окраски, къ другой прибавляютъ ѣдкаго натра и получаютъ синій растворъ. Въ этихъ растворахъ смачиваютъ хорошую шведскую бумагу, высушиваютъ при обыкновенной температурѣ и, разрѣзавъ на полоски, сохраняютъ въ банкахъ съ притертыми пробками. Лакмусовая настойка имѣетъ синій цвѣтъ и сохраняется въ стеклянкѣ съ ватной, а не съ притертой пробкой (плѣснѣетъ).

Лакмусовая настойка пригодна въ качествѣ индикатора при титрованіи органическихъ и крѣпкихъ неорганическихъ кислотъ, ѣдкихъ щелочей, амміака, водныхъ окисей щелочно-земельныхъ металловъ и при нагрѣваніи, отнюдь не на холоду, для титрованія углекислыхъ соединений, такъ какъ углекислота вредитъ реакціи.

2. Азолитминъ. Красящее вещество лакмуса, приготовленное фабричнымъ способомъ. Въ качествѣ индикатора употребляютъ растворъ 1 грм. азолитмина въ 100 куб. сант. слабо подщелоченной воды, усредненный щавелевой кислотой до слабо синей окраски. Индикаторъ не чувствительнѣе лакмуса, но болѣе стойкій.

3. Лакмоидъ, или резорциновая синька, $C_{12}H_9O_3N$, получается нагрѣваніемъ резорцина съ азотистокислымъ калиемъ не при высокой температурѣ; чистый лакмоидъ легко растворимъ въ водѣ (чѣмъ пользуются для испытанія чистоты продажнаго препарата), еще легче—въ спиртѣ, ацетонѣ, фенолѣ, уксусной кислотѣ; труднѣе—въ эфирѣ. Для полученія чистаго лакмоида, растворяютъ продажный продуктъ въ 90% спиртѣ, фильтруютъ и фильтратъ выпариваютъ въ вакуумъ-аппаратѣ.

Примѣняется растворъ изъ 0,2 грм. чистаго лакмоида въ 100 куб. сант. спирта. Синій растворъ отъ кислотъ дѣлается краснымъ и обратно отъ прибавленія щелочей переходитъ постепенно черезъ красно-фіолетовый оттѣнокъ въ синій. Лакмоидъ не пригоденъ для титрованія азотистой кислоты и другихъ слабыхъ кислотъ.

4. Настой кошенили. Желтовато-красный пигментъ кошенили отъ щелочей переходитъ въ яркій красный цвѣтъ съ фіолетовымъ оттѣнкомъ; отъ кислотъ—вновь возвращаетъ свой первоначальный желтовато-красный цвѣтъ. Получается продолжительнымъ настаиваніемъ 1 грм. продажной неизмельченной кошенили въ 100 куб. сант. 25% спирта; настой фильтруютъ. Съ родородъ не мѣшаетъ реакціи; углекислота препятствуетъ.

5. Розоловая кислота, $C_{20}H_{16}O_8$, оранжево-желтый

блестящій зеленымъ кристаллическій пигментъ, получаемый дѣйствиемъ воды на діазорозанилинъ, или нагрѣваніемъ фенола и крезола съ сѣрной и мышьяковой кислотами; почти нерастворимъ въ водѣ, легко растворяется въ спиртѣ и даетъ оранжевый растворъ; розоловая кислота обладаетъ слабо кислотными свойствами; отъ щелочей оранжево-желтый цвѣтъ переходитъ въ красный; отъ кислотъ красный цвѣтъ вновь превращается въ оранжево-желтый. Углекислота вредитъ реакціи.

Употребляется растворъ изъ 1 грм. розоловой кислоты въ 100 куб. сант. крѣпкаго спирта, разбавленный водой до 2000 куб. сант. Въ качествѣ реактива на свободную угольную кислоту, растворъ розоловой кислоты готовится нѣсколько иной: растворяютъ 0,2 грм. розоловой кислоты въ 100 куб. сант. 80% спирта и нейтрализуютъ ѣдкимъ баритомъ до появленія красного оттѣнка. Розоловую кислоту не нужно смѣшивать съ ауриномъ, веществомъ весьма близкимъ къ ней по составу ($C_{19}H_{14}O_3$) и по свойствамъ.

6. Фенолфтаleinъ, $C_{20}H_{14}O_4$, изъ группы фталейновъ—родоначальниковъ красокъ эозиновой группы, получается нагрѣваніемъ фталейноваго ангидрида съ феноломъ и сѣрной кислотой до 115—120° Ц., а также изъ дифенилфталида. Безцвѣтное, кристаллическое вещество съ слабымъ ароматическимъ запахомъ, не растворимое въ водѣ, легко растворимое въ спиртѣ. Безцвѣтный спиртовой растворъ отъ щелочей окрашивается въ красный, фіолетово-красный цвѣтъ и снова обезцвѣчивается при прибавленіи кислотъ.

Растворяютъ 1 грм. продажнаго фенолфтаleiна въ 100 куб. сант. 96% спирта. Фенолфтаleinъ не пригоденъ для титрованія амміака; превосходный, самый чувствительный индикаторъ для органическихъ и неорганическихъ кислотъ. Углекислота мѣшаетъ реакціи.

7. Метилоранжъ (геліантитъ, оранжъ III, тропеолинъ D, мандариноранжъ, диметиланилиноранжъ, гольдоранжъ, $N(CH_3)_2C \equiv H_4N \equiv NC_6H_4(SO_3H)$, т. е. свободная сульфокислота бензолазодиметиланилина или натріевая (аммоніевая) соль этой кислоты. Въ качествѣ индикатора употребляется водный растворъ 1: 1000 свободной кислоты, а не ея соли.

Если продажный препаратъ состоитъ изъ соли, водный растворъ его обрабатываютъ соляной кислотой и получаютъ свободную сульфокислоту въ осадкѣ въ формѣ кристалловъ, которыми и пользуются. Метилоранжъ—искусственная краска, раство-

рима въ водѣ съ оранжевымъ цвѣтомъ, который отъ кислотъ переходитъ въ красный; отъ щелочей красный цвѣтъ опять переходитъ въ оранжевый. Къ щелочамъ метилоранжъ нѣсколько чувствителѣнъ, чѣмъ къ кислотамъ. Примѣняется для титрованія углекислыхъ соединений на холоду, т. к. угольная кислота на него не дѣйствуетъ, а также и для титрованія нелетучихъ ѣдкихъ щелочей и амміака. Не пригоденъ для титрованія щавелевой кислоты, азотистой и сѣрнистой кислотъ.

8. Ализаринъ, $C_{14}H_8O_4$, растительная краска корня марены, принадлежащая къ группѣ антраценовыхъ красокъ, кристаллизуется въ блестящихъ красныхъ иглахъ или призмахъ, легко растворима въ спиртѣ и эфирѣ, мало въ горячей водѣ. Употребляется растворъ 0,25—0,5 грм. въ 100 куб. сант. спирта. Желтовато-бурый цвѣтъ раствора отъ нелетучихъ щелочей измѣняется въ синефіолетовый, отъ амміака—въ красный; отъ кислотъ—въ лимонно-желтый, съ углекислыми и двууглекислыми солями ализаринъ, какъ и съ летучими щелочами, даетъ красную окраску, т. е. реагируетъ щелочно, какъ метилоранжъ. Ализаринъ, какъ и метилоранжъ, особенно примѣнимъ для титрованія угле- и двууглекислыхъ солей на холоду, т. к. угольная кислота на него не дѣйствуетъ.

Изъ описанныхъ индикаторовъ чаще другихъ употребляются: фенолфталеинъ, розоловая кислота, метилоранжъ и лакмусъ, которые и необходимо имѣть всегда готовыми.

Число индикаторовъ весьма велико; спеціально интересующихся ими отсылаемъ къ подробнымъ руководствамъ по объемному анализу.

Примѣры приготовленія и установки титрованныхъ растворовъ кислотъ и щелочей.

Приготовленіе $\frac{1}{10}$ норм. сѣрной кислоты. Нормальный растворъ сѣрной кислоты содержитъ въ литрѣ:

$$H = \frac{H_2SO_4}{2} = \frac{98}{2} = 49 \text{ грм.}, \quad \frac{1}{10} \text{ норм.} = 4,9 \text{ грм. } H_2SO_4.$$

Въ тарированномъ стаканчикѣ отвѣшиваютъ 5,2—5,5 грм. конц. сѣрной кислоты (у. в. 1,84), вливаютъ ее въ литровую колбу, налитую на половину дистиллированной водой, споласкиваютъ нѣсколько разъ стаканчикъ водой и сливаютъ въ ту же колбу и, наконецъ, доводятъ объемъ смѣси до мѣтки, т. е. до 1

литра. Приготовленный т. о. $\frac{1}{10}$ норм. растворъ сѣрной кислоты приблизительный и его крѣпость должна быть установлена, на-примѣръ, по углекислому натру.

Приготовленіе $\frac{1}{10}$ норм. углекислаго натра. Нормальный растворъ углекислаго натра содержитъ въ литрѣ:

$$H = \frac{Na_2CO_3}{2} = \frac{106}{2} = 53; \text{ грм.}; \frac{1}{10} \text{ норм.} = 5,3 \text{ грм. } Na_2CO_3.$$

Углекислый натръ получается изъ химически чистаго двууглекислаго натра высушиваніемъ послѣдняго при $150^{\circ} C$, или легкимъ прокаливаніемъ въ платиновомъ тиглѣ до постояннаго вѣса. Послѣ охлажденія отвѣшиваютъ точно на аналитическихъ вѣсахъ 5,35 грм. соды, растворяютъ въ дистиллированной водѣ и доводятъ растворъ до объема 1 литра.

Установка титра $\frac{1}{10}$ норм. сѣрной кислоты по углекислому натру. Изъ бюретки, въ которую налить растворъ $\frac{1}{10}$ норм. соды, точно отмѣряютъ въ стаканчикъ 20 куб. сант.; прибавляютъ нѣсколько капель индикатора метилоранжа и изъ другой бюретки прибавляютъ осторожно по каплямъ $\frac{1}{10}$ норм. растворъ сѣрной кислоты до появленія краснаго окрашиванія. Титрованіе повторяютъ съ тѣмъ же объемомъ соды и съ двойнымъ. Разница между двумя послѣдовательными титрованіями должна быть менѣе $\frac{1}{10}$ куб. сант.

Если употребляютъ индикаторомъ розоловую кислоту, или фенолфталеинъ, которымъ углекислота мѣшаетъ, къ отмѣреннымъ 20 куб. сант. $\frac{1}{10}$ норм. соды, прибавивъ 2—3 капли индикатора, вливаютъ изъ бюретки $\frac{1}{10}$ норм. сѣрной кислоты нѣсколько больше, чѣмъ нужно для нейтрализаціи взятаго объема соды, напр. 25 куб. сант., нагрѣваютъ на азбестовой сѣткѣ для удаленія угольной кислоты и горячую жидкость титруютъ обратно растворомъ соды до появленія краснаго окрашиванія при употребленіи розоловой кислоты и красно-фіолетоваго—при фенолфталеинѣ.

Если $\frac{1}{10}$ норм. растворъ сѣрной кислоты былъ приготовленъ теоретически точно, то на 20 куб. сант. $\frac{1}{10}$ норм. раствора соды его пойдетъ ровно 20 куб. сант.

Если онъ былъ крѣпче, чѣмъ нужно, его разводятъ до теоретическаго $\frac{1}{10}$ нормальнаго по слѣдующему расчету. Допустимъ, что для нейтрализаціи 20 куб. сант. $\frac{1}{10}$ норм. раствора соды израсходовано 17,5 куб. сант. приготовленнаго раствора сѣрной кислоты вмѣсто требуемыхъ теоріей 20 куб. сант. Очевидно, если

каждые 17,5 куб. сант. раствора сѣрной кислоты развести дистиллированной водой до 20 куб. сант., т. е. прибавить къ нимъ по 2,5 куб. сант., то и получимъ $\frac{1}{10}$ норм. сѣрную кислоту, соответствующую объѣмъ за объѣмъ $\frac{1}{10}$ норм. раствору соды. Сколько же нужно прибавить воды къ 1000 куб. сант. раствора такой сѣрной кислоты?

Если на каждые 17,5 куб. сант. необходимо прибавить по 2,5 куб. сант., то на 1000 куб. сант.:

$$x = \frac{2,5 \times 1000}{17,5} = 143 \text{ куб. сант.}$$

Приготовление $\frac{1}{10}$ норм. раствора ѣдкаго натра. Нормальный растворъ содержитъ въ литрѣ: $\text{H} = \text{NaHO} = 40$ грм.; $\frac{1}{10}$ норм. $\frac{40}{10} = 4$ грм. $\text{NaHO} = 2,3$ грм. Na . Требуемый растворъ можно приготовить:

а) Изъ ѣдкаго натра. Отвѣшиваютъ 5—6 грм. чистаго ѣдкаго натра (*Natri hydrici alcohol. depur. in bacillis*), растворяютъ въ 1000 куб. сант. дистиллированной воды и въ чугунномъ котелкѣ кипятятъ съ небольшимъ количествомъ известковаго молока (а не известковой воды) для удаленія углекислыхъ соединений въ теченіе часа при частомъ помѣшиваніи. Остывшую жидкость переливаютъ для отстаиванія въ бутыль, назначенную для храненія титрованныхъ растворовъ ѣдкихъ щелочей, т. е. заткнутую пробкой съ двумя отверстиями, изъ которыхъ въ одно вставлена трубка съ натронной известью для защиты отъ углекислоты воздуха, а въ другое—изогнутая стеклянная трубка съ каучукомъ и зажимомъ на концѣ, которая служитъ сифономъ. Отстоявшійся прозрачный растворъ переливаютъ черезъ сифонъ, доводятъ холодной прокипяченной дистиллированной водой до литра и сохраняютъ въ описанной выше бутыли. Обыкновенно готовятъ сразу нѣсколько литровъ раствора.

Титръ раствора ѣдкаго натра точно устанавливается по сѣрной кислотѣ съ однимъ изъ приведенныхъ индикаторовъ. Можно его установить также и по щавелевой кислотѣ.

б) Изъ металлическаго натрія. Быстрѣе готовится требуемый растворъ ѣдкаго натра, исходя изъ металлическаго натрія; послѣдній приблизительно отвѣшиваютъ, бросая свѣже нарѣзаемые ножомъ блестящіе кусочки натрія въ тарированный стаканчикъ съ керосиномъ. Затѣмъ вылавливаютъ взвѣшенные блестящіе кусочки на фильтровальную бумагу,

быстро обтирають ихъ ею и переносятъ въ взвѣшенную предварительно сткляночку съ притертой пробкой (бюксу), стоящую въ эксикаторѣ, и точно взвѣшиваютъ вторично. Навѣску натрія вытряхиваютъ въ колбу, поставленную въ снѣгъ, въ которой предварительно было налито 96% спирта приблизительно въ 10 разъ больше навѣски натрія, и разводятъ дистиллированной водой съ такимъ расчетомъ, чтобы въ каждомъ литрѣ раствора со-

$$\text{держалось } \frac{\text{Na}}{10} = 2,3 \text{ грм. Na.}$$

Примѣръ. Навѣска металлическаго натрія равнялась 4,6 грм., слѣдовательно полученный спиртовый растворъ металлическаго натрія долженъ быть разбавленъ до $\frac{4,6}{2,3} = 2$ литровъ. Въ сосудъ, назначенный для храненія раствора ѣдкаго натра, вливаютъ 2 литра дистиллированной воды, отмѣчаютъ уровень ея чертой и отливаютъ изъ него въ измѣрительный цилиндръ опредѣленный объемъ (500—700 куб. сант.); вмѣсто воды вливаютъ въ сосудъ спиртовый растворъ металлическаго натрія, споласкиваютъ содержавшую спиртовый растворъ колбу нѣсколько разъ отливой дистиллированной водой, сливая ее въ сосудъ для храненія раствора, и точно доводятъ объемъ раствора до мѣтки, т. е. до 2 литровъ.

Отношеніе къ раствору сѣрной кислоты устанавливается такъ же, какъ у предыдущаго раствора.

Приготовление $\frac{1}{10}$ норм. щавелевой кислоты. Норм. кислота содержитъ: $\text{H} = \frac{\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O}}{2} = \frac{126}{2} = 63 \text{ грм.}; \frac{1}{10} \text{ норм.} = \frac{63}{10} = 6,3 \text{ грм. въ 1 литрѣ.}$

Отвѣшиваютъ точно 6,3 грм. перекристаллизованной и высушенной на воздухѣ щавелевой кислоты, приготовленной слѣдующимъ образомъ.

Продажная (т. н. химически чистая) щавелевая кислота содержитъ примѣсь трудно растворимыхъ кислыхъ солей щелочныхъ оснований и нѣкоторыя другія примѣси, поэтому она должна быть тщательно очищена кристаллизацией изъ горячей крѣпкой соляной кислоты 10° Боме (у. в. 1,075).

Большую навѣску щавелевой кислоты (100—250 грм.) растворяютъ въ чашкѣ въ равномъ по вѣсу количествѣ кипящей соляной кислоты и охлаждаютъ при частомъ помѣшиваніи стеклянной палочкой во льду. Мелкій кристаллическій осадокъ щавелевой кислоты отфильтровываютъ черезъ тонкій слой стеклянной ваты

и, давъ стечь жидкости, нѣсколько разъ споласкиваютъ соляной кислотой. Затѣмъ вновь растворяютъ въ горячей соляной кислотѣ и перекристаллизовываютъ вторично описаннымъ способомъ.

Полученную двойной кристаллизаціей щавелевую кислоту растворяютъ въ возможно маломъ объемѣ горячей воды, охлаждаютъ во льду, помѣшивая стеклянной палочкой, и осадокъ промываютъ на фильтрѣ холодной дистиллированной водой. Перекристаллизацию изъ воды повторяютъ до тѣхъ поръ, пока водный растворъ щавелевой кислоты перестанетъ давать реакцію на хлориды съ азотнокислымъ серебромъ при подкисленіи азотной кислотой. Навѣска въ 10—20 грм. очищенной т. о. щавелевой кислоты при осторожномъ нагрѣваніи въ платиновомъ тиглѣ должна улетучиваться безъ остатка. Очищенную т. о. щавелевую кислоту, давъ съ нея хорошо стечь на воронкѣ маточному раствору, раскладываютъ тонкимъ слоемъ на нѣсколько листовъ шведской фильтровальной бумаги и, накладывая сверху листъ такой же бумаги, осторожнымъ надавливаніемъ отжимаютъ ее; отжатую кислоту затѣмъ пересыпаютъ на свѣжій листъ такой же бумаги, распределяютъ по нему тонкимъ слоемъ и, покрывъ сверху листомъ фильтровальной бумаги, оставляютъ сохнуть на ночь. Составъ приготовленной описаннымъ способомъ щавелевой кислоты соответствуетъ формулѣ: $C_2H_2O_4 + 2H_2O$.

Для лучшаго сохраненія растворовъ щавелевой кислоты рекомендуется прибавлять 25%-ой сѣрной кислоты по 50 куб. сант. на литръ приготовленнаго раствора; такіе растворы не измѣняютъ титра въ теченіе 8 мѣсяцевъ и служатъ для установки титра марганцевокаліевой соли.

Для той-же цѣли весьма хорошъ слѣдующій пріемъ: отвѣшиваютъ щавелевой кислоты 63,0 грамма и готовятъ изъ нея литръ раствора, т. е. нормальный растворъ; разливаютъ этотъ растворъ точно, изъ бюретки, по 10 куб. сант. въ стеклянки съ притертыми пробками, обвязываютъ ихъ пергаментомъ и стерилизуютъ при 70—75° Ц. нагрѣваніемъ въ горячей водѣ въ теченіе 4 часовъ. По мѣрѣ надобности, содержимое одной изъ стеклянокъ съ стерилизованнымъ норм. растворомъ щавелевой кислоты переливаютъ въ литровую колбу, стеклянку хорошо ополаскиваютъ вмѣстѣ съ пробкой дистиллированной водой въ ту же колбу и разводятъ до объема 1000 куб. сант. Т. о. получаютъ менѣе стойкій $\frac{1}{100}$ норм. растворъ щавелевой кислоты.

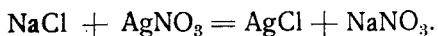
Чтобы избѣжать описанной длительной операціи очистки

щавелевой кислоты, приобрѣтають химически чистую щавелевую кислоту по analyse, которую достаточно перекристаллизовать изъ горячей воды и убѣдиться прокаливаніемъ, что она сгораетъ безъ остатка. По титрованному раствору $\frac{1}{10}$ норм. щавелевой кислоты устанавливаются титры растворовъ ѣдкихъ щелочей: ѣдкаго кали, натра, барита; растворы марганцевокалиевой соли и нѣкоторые другіе.

Осажденіе.

При способѣ осажденія отъ взаимодѣйствія двухъ растворовъ одно изъ соединений осаждается; конецъ реакціи узнается или на глазъ, или при помощи индикатора. Вслѣдствіе трудности замѣтить конецъ реакціи въ мутной жидкости и вслѣдствіе нѣкоторой растворимости получающихся осадковъ, этотъ способъ принадлежитъ къ наименѣе точнымъ способамъ объемнаго анализа. Тѣмъ не менѣе существуетъ нѣсколько весьма точныхъ опредѣленій, основанныхъ на реакціяхъ осажденія, напр., опредѣленіе хлористыхъ, іодистыхъ, бромистыхъ и сѣрнокислыхъ солей.

Примѣръ. Объемное опредѣленіе хлористыхъ солей титрованіемъ азотнокислымъ серебромъ идетъ по равенству:

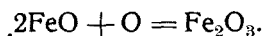


Нерастворимый бѣлый осадокъ хлористаго серебра осѣдаетъ медленно, жидкость остается при титрованіи мутной, поэтому конецъ реакціи узнается индикаторомъ—хромокалиевой солью, дающей съ избыткомъ азотнокислаго серебра красную соль хромокислаго серебра. При этомъ азотнокислое серебро устанавливается по точно приготовленному раствору поваренной соли (см. Опредѣленіе хлоридовъ).

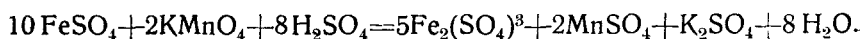
Окисленіе и возстановленіе.

Изъ двухъ, дѣйствующихъ другъ на друга растворенныхъ соединений, одно выдѣляетъ кислородъ, на счетъ котораго окисляется другое соединеніе, превращаясь въ соединеніе болѣе окисленное, или совершенно разрушаясь. Окислителемъ при объемномъ анализѣ является марганцевокислый, рѣже хромовокислый калий, обыкновенно въ кисломъ растворѣ, т. к. окисляюще дѣйствуютъ кислоты этихъ соединений. Для подкисленія служитъ сѣрная кислота.

Определение желѣза. Схематически реакція окисленія закиси желѣза въ окись выражается слѣдующимъ равенствомъ:

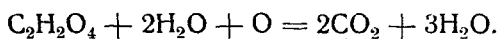


Слѣдовательно на 1 атомъ желѣза требуется $\frac{1}{2}$ атома кислорода, что эквивалентно 1 атому водорода. Въ дѣйствительности реакція выражается слѣдующимъ сложнымъ химическимъ равенствомъ:



Приготовление $\frac{1}{10}$ норм. раствора марганцевокаліевой соли. Норм. растворъ: $\text{H} = \frac{\text{O}}{2} = \frac{2\text{KMnO}_4}{5 \times 2} = \frac{2 \times 158}{5 \times 2} = 31,6 \text{ грм.};$

$\frac{1}{10}$ норм. = $\frac{31,6}{10} = 3,16 \text{ грм.}$ въ литрѣ. Растворяютъ 3,2 грм. марганцевокаліевой соли въ дистиллированной водѣ, разводятъ до литра и, давъ нѣсколько дней постоять, устанавливаютъ по $\frac{1}{10}$ норм. раствору щавелевой кислоты при нагрѣваніи и въ присутствіи свободной сѣрной кислоты (ср. Определение органическихъ веществъ по Кубелю). При этомъ реакція окисленія идетъ по схемѣ:



Растворы марганцевокаліевой соли хранятся въ темной стеклянкѣ и наливаются въ бюретки съ стеклянными кранами.

Ходъ опредѣленія. Приливая изъ бюретки со стекляннымъ краномъ марганцевокаліевой соли, установленной по $\frac{1}{10}$ норм. раствору щавелевой кислоты, къ раствору закисной соли желѣза, получаютъ обезцвѣчиваніе раствора марганцевокаліевой соли до тѣхъ поръ, пока вся соль закиси желѣза не окислится въ соль окиси; по окончаніи реакціи окисленія титруемая смѣсь отъ малѣйшаго избытка марганцевокаліевой соли окрасится въ розовый цвѣтъ. Титрованіе производится на холоду; къ раствору желѣзной соли передъ титрованіемъ прибавляется сѣрная кислота.

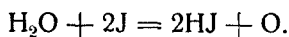
Аналогичнымъ способомъ могутъ опредѣляться соли закиси марганца, соли азотистой кислоты и другія.

Іодометрія.

Іодометрія (хлоро-, бромометрія, галоидометрія) состоитъ въ опредѣленіи высшихъ ступеней окисленія съ помощью іодистоводородной и вообще съ помощью галоидоводородныхъ кислотъ,

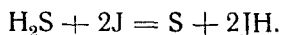
при чемъ выдѣляется свободный іодъ, который и опредѣляется титрованіемъ. Іодометрическіе методы принадлежать къ самымъ изящнымъ и точнымъ методамъ объемнаго анализа.

При іодометріи іодъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ играетъ роль косвеннаго окислителя, такъ какъ въ присутствіи веществъ, способныхъ окисляться, разлагаетъ воду съ выдѣленіемъ кислорода по равенству:

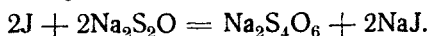


Въ другихъ случаяхъ онъ отнимаетъ основаніе; напр., у сѣрноватистонатровой соли, которая при этомъ превращается въ тетратіоновокислый натръ.

У сѣроводорода отнимаетъ водородъ:



Выдѣлившійся свободный іодъ титруется сѣрноватистонатровой солью безъ всякаго индикатора до обезцвѣчиванія, или съ крахмальнымъ клейстеромъ, съ которымъ уже слѣды іода даютъ интенсивное синее окрашиваніе, исчезающее отъ малѣйшаго избытка сѣрноватистонатровой соли. Въ виду этого титрованіе ведется въ очень слабыхъ растворахъ (напр., $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$ норм.) и идетъ по равенству:



Приготовленіе $\frac{1}{100}$ норм. раствора іода. Норм. растворъ $\text{H} = \text{J} = 126,9$ грм.; $\frac{1}{100}$ норм. = $\frac{126,9}{100} = 1,269$ грм. въ литрѣ. Отвѣшивають точно 1,27 грм. возгнаннаго между часовыми стеклами и высушеннаго надъ сѣрной кислотой іода, смываютъ его въ колбу съ водой, въ которой растворено 3 грм. чистаго іодистаго калия, и, когда іодъ растворится, разводятъ до литра.

Если іодъ былъ химически чистъ, полученный т. о. $\frac{1}{100}$ норм. растворъ не нуждается въ провѣркѣ, и по нему устанавливается крѣпость раствора сѣрноватистокислаго натра.

Приготовленіе $\frac{1}{100}$ норм. сѣрноватистокислаго натра. Норм. растворъ $\text{H} = \frac{\text{O}}{2} = \text{J} = \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 5 \text{H}_2\text{O} = 248$ грм.; $\frac{1}{100}$ норм. = $\frac{248}{100} = 2,48$ грм. въ литрѣ. Отвѣшивають 2,5 грм. кристаллической продажной соли, растворяють и доводятъ до литра. Точный титръ устанавливаютъ по раствору іода, или по двуххромокалиевой соли (см. Опредѣленіе раствореннаго въ водѣ кисло-

рода по Винклеру). Для приготовления раствора сѣрноватистонатровой соли берется свѣже прокипяченная, охлажденная дистиллированная вода (безъ углекислоты) и растворъ хранится въ темнотѣ.

Растворъ крахмала. Отвѣшиваютъ 1 грм. пшеничнаго крахмала, размѣшиваютъ въ фарфоровой чашкѣ въ холодной дистиллированной водѣ и при постоянномъ помѣшиваніи нагрѣваютъ на сѣткѣ до полученія клейстера; при этомъ препятствуютъ выкипанію приливаніемъ воды. Клейстеръ фильтруютъ черезъ складчатый фильтръ и прозрачный фильтратъ употребляютъ, какъ индикаторъ по нѣсколькимъ каплямъ.

Въ настоящее время, существуетъ въ продажѣ растворимый крахмалъ, изъ котораго безъ затрудненія готовится 1%-ный растворъ.

Установка титра сѣрноватистонатровой соли по іоду. При іодометріи обыкновенно къ раствору іода, къ которому прибавлено нѣсколько капель крахмального клейстера, прибавляютъ растворъ сѣрноватистонатровой соли до исчезновенія синей окраски. Титрованіе ведется удобнѣе всего въ коническихъ колбочкахъ при постоянномъ встряхиваніи, индикаторъ прибавляется въ концѣ титрованія, когда свободнаго іода въ растворѣ остается уже мало (едва замѣтная желтая окраска). Два послѣдовательныхъ титрованія одного и того же раствора іода сѣрноватистонатровой солью должны совпадать капля въ каплю.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ титръ сѣрноватистоксилаго натра устанавливается по марганцевокалиевой, а также по кислой іоднокалиевой соли ($\text{KJO}_3 + \text{HJO}_3$) въ присутствіи іодистаго калия, изъ которыхъ свободный іодъ вытѣсняется соляной или сѣрной кислотами.

III. Физико-химическое изслѣдованіе питьевой воды.

Взятіе пробъ воды для изслѣдованія изъ водоемовъ.

Выемка воды для изслѣдованія должна быть сдѣлана съ большой тщательностью самимъ изслѣдователемъ или въ его присутствіи и, во всякомъ случаѣ, подъ наблюденіемъ врача, химика, фармацевта, инженера или другихъ свѣдующихъ лицъ.

Въ официальныхъ случаяхъ выемка пробъ дѣлается въ при-

судствіи цѣлой комиссіи, составляется актъ и опечатанныя пробы препровождаются для изслѣдованія.

Для обычнаго санитарнаго анализа необходимо имѣть не менѣе $\frac{1}{4}$ ведра изслѣдуемой воды, для подробнаго анализа— $\frac{1}{2}$ ведра. Пробы воды берутся въ стеклянныя бутылки соотвѣтственной емкости съ притертой пробкой, тщательно вымытыя, сполоснутыя дистиллированной водой и высушенныя. Независимо отъ этого, при взятіи пробы бутылки нѣсколько разъ споласкиваются той водой, которая берется для изслѣдованія, и затѣмъ уже наполняются и закупориваются. Если пробы воды должны пересылаться или перевозиться для изслѣдованія на значительныя разстоянія, не слѣдуетъ ими наполнять бутылки до пробки, а всегда необходимо надъ водой оставить слой воздуха на случай расширенія воды во время пути; вслѣдствіе несоблюденія указаннаго условія нерѣдко въ лабораторіяхъ получаютъ вмѣсто пробъ воды одни пустыя треснувшія бутылки.

Если нѣтъ возможности достать бутылки съ стеклянными пробками, простыя пробки предварительно вывариваютъ въ горячей водѣ, послѣ закупориванія срѣзаютъ въ уровень съ горломъ бутылки и заливаютъ сургучемъ, мастикой, или параффиномъ. Каждая бутылъ съ пробой должна обвязываться пергаментомъ или кускомъ чистаго полотна, имѣть №, четко написанный на этикеткѣ, или соотвѣтствующую надпись, и упаковываться въ корзину или инымъ способомъ, предохраняющимъ отъ разбиванія во время пути.

Пробы воды для опредѣленія растворенныхъ въ ней газовъ, когда ихъ также требуется опредѣлить, берутся въ спеціальныя сосуды съ соблюденіемъ предосторожностей, указанныхъ ниже при описаніи способовъ опредѣленія этихъ газовъ.

Въ зависимости отъ рода источника и отъ цѣли, съ которой производится изслѣдованіе, существенно измѣняется способъ выемки пробъ и ихъ количество.

Если идетъ дѣло объ изслѣдованіи источника питьевой воды, свойства и составъ которой неизвѣстны, тогда необходимо произвести систематическія изслѣдованія пробъ воды, взятыхъ во всѣ времена года, т. е. самое меньшее по 1 пробѣ въ сезонъ (лѣтомъ, осенью, весной и зимой).

Если же рѣшается вопросъ о загрязненіи водоема городскими или фабричными сточными водами, то заключеніе можно сдѣлать уже на основаніи нѣсколькихъ одновременно взятыхъ пробъ

воды (выше источника загрязненія, у него и ниже), хотя болѣе прочныя данныя для сужденія, конечно, можно получить только послѣ повторныхъ изслѣдованій.

Взятіе пробъ изъ колодцевъ съ насосами и изъ водопроводныхъ крановъ. Вода передъ взятіемъ пробы откачивается или выпускается въ теченіе 5—10 минутъ, затѣмъ ею споласкиваютъ бутылки и наливаютъ ихъ водой. Въ особыхъ случаяхъ изъ колодцевъ берутся двѣ пробы до и послѣ откачиванія.

Взятіе пробъ изъ колодцевъ безъ насосовъ и изъ открытыхъ водоемовъ. При обычныхъ условіяхъ вода изъ указанныхъ источниковъ берется не съ поверхности, чтобы избѣжать случайныхъ загрязненій, а съ глубины 1—1½ арш.; при изслѣдованіи глубокихъ водоемовъ необходимо брать пробы на 2—3 различныхъ глубинахъ, стараясь особенно хорошо изслѣдовать ту зону воды, на глубинѣ которой будутъ заложены водоприемники. При изученіи вліянія дна на составъ воды или глубоко лежащихъ сточныхъ трубъ, берутъ пробы на ихъ уровнѣ и т. д. Напр., при санитарныхъ изслѣдованіяхъ воды Ладожскаго озера пробы для химическаго изслѣдованія брались съ глубинъ въ 2 саж. и глубже (подкомиссія проф. Шидловскаго 1905/6 г.); при такихъ же изслѣдованіяхъ Невской губы цѣлесообразнѣе оказалось брать пробы на глубинѣ 1 сажени и глубже (подкомиссія проф. Хлопина, 1911/2 г.). Пробы воды для изслѣдованія съ обычной глубины въ 1—1½ арш. изъ рѣкъ и озеръ можно взять безъ специальныхъ приборовъ, прикрѣпивъ бутылъ въ ¼ ведра къ шесту или къ веревкѣ, обмотавъ бутылъ шнуромъ и привязавъ ко дну грузъ.

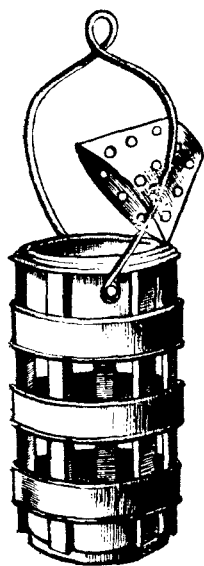
Для взятія пробъ для химическаго анализа съ большихъ глубинъ предложено нѣсколько болѣе или менѣе сложныхъ, дорогихъ и ломкихъ приборовъ ¹⁾.

Изъ нихъ слѣдующій простой приборъ, который можетъ сдѣлать любой жестянникъ, въ цѣломъ рядѣ русскихъ экспедицій, въ которыхъ автору приходилось принимать участіе, оказался весьма удобнымъ и прочнымъ (рис. 31).

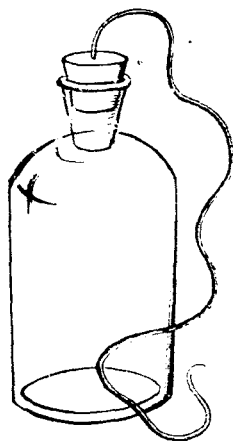
По размѣрамъ бутылей заказывается родъ металлическаго футляра, состоящаго изъ спаянныхъ жестяныхъ полосъ съ пустыми промежутками между ними и открывающейся на шарнирѣ конической крышкой съ круглымъ отверстіемъ сверху и съ малень-

¹⁾ См. Mittheilung. aus d. Koenigl. Prüfungsanstalt, H. 6 (Шпитты и Имгофа) и H. 9 (Бера и Тиме).

кими отверстиями на боках (рис. 31, 1); снизу на металлическое дно припаян кружок свинца, такого вѣса, чтобы онъ своей тяжестью вмѣстѣ съ тяжестью прибора могъ погрузить пустую, заткнутую бутылъ на какую угодно глубину. Сверху футляръ имѣетъ металлическую дужку, за которую привязывается веревка съ дѣлениями на доли метра или футы, на которой опускается и поднимается приборъ. Передъ взятіемъ пробы бутылъ вставляють въ футляръ, крышку закрываютъ на затворъ, затѣмъ черезъ верхнее отверстіе затыкають каучуковой или обыкновенной пробкой, которая на извѣстной глубинѣ вытаскивается изъ горла бутылки прикрѣпленной къ пробкѣ тонкой бичевкой, верхній конецъ которой держитъ человекъ, берущій пробу (рис. 31, 2).



1.



2.

Рис. 31. Приборъ для взятія пробъ воды для химическаго изслѣдованія. 1) футляръ, въ которомъ погружается бутылъ въ воду; 2) стеклянная бутылъ въ $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ ведра, которая вставляется въ футляръ. Русская модель.

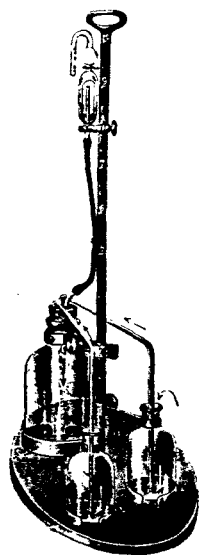


Рис. 32. Приборъ Бера-Тиме для взятія пробъ воды для химическаго анализа съ отдѣльными пробами для газовъ.

При сильныхъ теченіяхъ описанные приборы, опускаемые на веревкахъ, значительно уклоняются въ сторону отъ предполагаемаго пункта взятія пробы, хотя обыкновенно этой ошибкой можно пренебречь. Въ тѣхъ же случаяхъ, когда необходимо взять пробу воды съ глубины изъ точно намѣченнаго пункта рѣки, напр., у вы-

хода въ нее сточной трубы, приборъ опускаютъ на металлической штангѣ, какъ въ приборѣ Бэра-Тиме ¹⁾ (рис. 32) или по шести, какъ въ приборѣ проф. Добровольскаго ²⁾ (рис. 33).

Наконецъ, для взятія пробы съ различныхъ глубинъ одновременно для химическаго анализа воды съ растворенными въ ней газами и для бактериологическаго изслѣдованія предложены болѣе сложные специальные приборы (см. Бактериологическую часть).

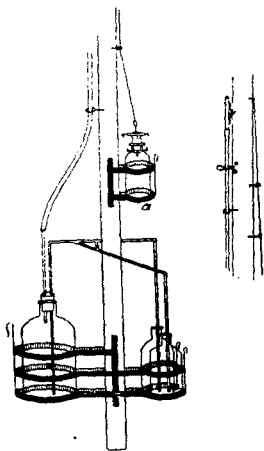


Рис. 33. Приборъ проф. К. Э. Добровольскаго для взятія пробъ воды для химическаго анализа съ отдѣльными пробами для газовъ.



Рис. 34. Термометръ съ чашкой для измѣренія температуръ въ водоемахъ.

Для устраненія вліянія воздуха, вытѣсняемаго водой изъ приборовъ, на результаты опредѣленія раствореннаго кислорода, предложено также наполнять приборъ какимъ-нибудь инертнымъ газомъ, напр. водородомъ, углекислотой ³⁾. Послѣдній газъ при способѣ опредѣленія кислорода по Винклеру нельзя считать вполне инертнымъ.

¹⁾ Mitteilung aus d. Kng. Prüfungsanstalt f. Wasservers., 1907, H. 9.

²⁾ Проф. К. Э. Добровольскій и студ. П. Н. Ласточкинъ. Къ вопросу объ измѣненіи состава воды р. Волги около г. Казани. „Гигіена и Санитарное Дѣло“, 1915 г. Январь—Февраль.

³⁾ Отчетъ временнаго Комитета по изысканію мѣръ къ охранѣ водоемовъ Моск. Пром. района отъ загрязненія сточными водами и отбросами фабрикъ и заводовъ за 1914 г. М. 1915 г., стр. 53.

При всякой пробѣ воды, присылаемой въ лабораторію для изслѣдованія, должны быть приложены слѣдующія свѣдѣнія:

а) Мѣсто, откуда присылается вода: губернія, уѣздъ, волость, названіе города, селенія, деревни.

б) Названіе источника: рѣка, ключъ, прудъ, озеро, колодезь простой, артезіанскій.

в) Приблизительная величина источника: у рѣкъ—ширина и приблизительная глубина; у колодцевъ—глубина колодца и разстояніе уровня воды отъ поверхности почвы.

г) Разстояніе мѣста взятія пробы (въ саженьяхъ, верстахъ) отъ предполагаемыхъ источниковъ загрязненія, напр., населенныхъ мѣстъ, отъ берега. Для колодцевъ—отмѣчается, находятся-ли они на дворѣ, въ чертѣ города, селенія или вдали отъ нихъ.

д) Указать (въ аршинахъ, или саженьяхъ), съ какой глубины взята проба.

е) Время взятія пробы: годъ, мѣсяцъ, число и, независимо отъ этого, обозначить времена года: весенній, осенній разливы, нормальное лѣтнее стояніе воды, лѣтнее мелководье и т. п. Кромѣ того, важно отмѣчать болѣе или менѣе рѣзкія и продолжительныя измѣненія въ погодѣ и атмосферныхъ осадкахъ до и во время взятія пробы, напр., засухи, проливные дожди.

ж) Характеръ мѣстности, въ которой беретъ начало и протекаетъ или находится данный водоемъ: напр., вытекаетъ изъ болотъ, съ горъ; берега высокіе, низкіе, болотистые, глинистые, песчаные, каменистые, солончаковые. Для артезіанскихъ колодцевъ желательно имѣть свѣдѣнія не только о глубинѣ (ср. п. в.), а также о свойствахъ и толщинѣ пробуравленныхъ слоевъ, подъ которыми найдена вода; если имѣются точныя указанія относительно геологическаго и геогностическаго характера мѣстности, въ которой находится данный источникъ водоснабженія, обозначить формацію, ярусъ и т. п. ¹⁾

з) Температура и другія физическія свойства воды во время взятія пробы (цвѣтъ, запахъ, муть, осадокъ на днѣ бутыли и т. д.).

Для бактериологическаго изслѣдованія вода должна быть взята въ стерильную посуду и доставлена въ лабораторію самимъ изслѣдователемъ со всѣми предосторожностями, указанными бактериологической техникой.

¹⁾ Подробная инструкция выработана въ 1915 г. Завѣдыв. Гидрологической лабораторіей Г. У. З. и З. П. А. Кашинскимъ (см. прил.).

Для выемки пробъ питьевыхъ и сточныхъ водъ и для анализа ихъ у насъ имѣется инструкція Медиц. Совѣта, выработанная комиссіей Г. В. Хлопина въ 1907 г., которою и надлежитъ пользоваться при выемкѣ пробъ воды официальнымъ порядкомъ (см. приложение).

При пересылкѣ на далекія разстоянія сильно загрязненныхъ водъ, во избѣжаніе измѣненія ихъ состава во время пути нѣкоторые авторы рекомендуютъ прибавлять консервирующія вещества; при чемъ существенно измѣняется способъ выемки пробы (См. главу Изслѣдованіе сточныхъ водъ).

Изслѣдованіе воды въ лабораторіи.

По полученіи воды необходимо приступить къ ея изслѣдованію немедленно, а если это невозможно, то поставить пробы въ ледъ.

Для ускоренія дѣла необходимыя растворы, посуда и т. д. должны быть приготовлены заблаговременно, точно опредѣлена программа изслѣдованій и всѣ операции распределены практично въ смыслѣ экономіи времени.

Для яснаго представленія о характерѣ изслѣдуемой воды производятъ слѣдующія опредѣленія.

Прежде чѣмъ приступить къ количественному анализу питьевой воды, примѣняютъ обыкновенно качественныя пробы съ цѣлью получить общія представленія о составѣ воды, а также и для того, чтобы при дальнѣйшемъ изслѣдованіи не опредѣлять количественно тѣхъ составныхъ частей, отсутствіе которыхъ было доказано качественными реакціями. Это значительно сокращаетъ время, необходимое для выполнения анализа, такъ какъ количественныя опредѣленія требуютъ во много разъ больше времени, чѣмъ качественныя.

Результаты количественныхъ опредѣленій выражаютъ въ граммахъ и рассчитываютъ на 1000 куб. сант. (литръ) изслѣдуемой воды. Въ таблицахъ удобнѣе результаты анализа записывать въ миллиграммахъ, а не въ граммахъ.

Схема подробнаго санитарнаго анализа воды.

I. Физическія свойства.

Въ нефильтрованной водѣ:

1. Температура (въ источникѣ).
2. Цвѣтъ.
3. Прозрачность.
4. Запахъ.
5. Вкусъ.

II. Химическія свойства и составъ.

Въ нефильтрованной водѣ:

6. Реакція.
7. Взвѣшенные вещества при 110° Ц.
- „ „ послѣ прокаливанія.

Въ профильтрованной водѣ:

8. Сухой, или плотный остатокъ воды при 110° Ц.
9. „ „ „ послѣ прокаливанія.
10. Потеря при прокаливаніи.
11. Органическія вещества (окисляемость) выража-
ются въ О или KMnO_4
12. Азотная кислота „ N_2O_5
13. Азотистая кислота „ N_2O_3
14. Амміакъ „ NH_3
15. Органический азотъ „ N
16. Кремнекислота „ SiO_2
17. Окись глинозема „ Al_2O_3
18. Окись желѣза „ Fe_2O_3
19. Окись марганца „ Mn_2O_3
20. Окись кальція „ CaO
21. Окись магнезія „ MgO
22. Жесткость воды: а) общая, б) постоянная, в) устраи-
мая въ нѣмец. градусахъ.
23. Окись натрія въ Na_2O
24. Окись калия „ K_2O

25. Хлоръ въ хлористыхъ соединеніяхъ Cl
 26. Сѣрная кислота въ сѣрниокислыхъ соединеніяхъ SO_3
 27. Кислородъ, растворенный въ водѣ O
 28. Углекислота: а) общее количество б) полу-
 связанная и в) свободная CO_2

Въ специальныхъ случаяхъ направляютъ анализъ на опредѣленіе нѣкоторыхъ соединеній, не указанныхъ въ схемѣ, напр., на вредныя металлическія соединенія (свинецъ, мѣдь), озонъ, свободный хлоръ и др.

Порядокъ опредѣленія. Необходимая для анализа посуда, реактивы и приборы готовятъ заблаговременно. Въ первый день прежде всего заносятъ въ записную тетрадь всѣ данныя, имѣющіяся на этикеткѣ бутылки или въ препровождающей пробы бумагѣ подѣ соответствующими номерами пробъ. Затѣмъ ставятъ пробы рядомъ передъ собой и, не откупоривая бутылей, записываютъ цвѣтъ, прозрачность, отмѣчаютъ, есть-ли осадокъ, какого онъ вида и цвѣта.

Откупоривъ, испытываютъ на запахъ обонаніемъ и, въ случаѣ надобности, отливаютъ порцію для испытанія при нагрѣваніи и для качественной реакціи на сѣроводородъ; пробуютъ на вкусъ, если вода неподозрительная. Если вода мутна, хорошо взболтавъ, отливаютъ порцію для опредѣленія взвѣшенныхъ веществъ.

Для опредѣленія растворенныхъ веществъ воду фильтруютъ и пока она фильтруется, дѣлаютъ качественныя реакціи на азотную, азотистую кислоты, на амміакъ, желѣзо, тяжелые металлы.

Отмѣриваютъ изъ нефилътрированной воды пробу для количественнаго опредѣленія амміака, вливаютъ необходимые реактивы и даютъ отстояться при (колориметрическомъ опредѣленіи), или приступаютъ къ перегонкѣ амміака въ заранѣе подготовленныхъ приборахъ (при способѣ Фрэнкленда). Хорошо взболтавъ профильтрованную воду, отмѣриваютъ порціи: 1) для опредѣленія сухого остатка и ставятъ выпаривать въ предварительно взвѣшенной платиновой чашкѣ; 2) для опредѣленія окиси кальція и окиси магнія подкисляютъ и ставятъ концентрировать до извѣстнаго объема; въ этой-же порціи попутно могутъ быть опредѣлены окись алюминія и желѣза; послѣднія и кремнекислота обыкновенно опредѣляются въ прокаленномъ

сухомъ остаткѣ воды; въ немъ-же могутъ быть опредѣлены и окись кальція и магнія; 3) для вѣсового опредѣленія хлористыхъ и 4) для сѣрнокислыхъ соединений; послѣднія двѣ порціи также подкисляютъ и ставятъ для концентрированія. Пока идетъ выпариваніе и концентрированіе воды, опредѣляютъ количественно окисляемость, азотистую кислоту, жесткость воды и дѣлаютъ другія работы, напр., ставятъ выпаривать воду для опредѣленія щелочныхъ основаній, для чего требуется выпаривать отъ 1 до нѣсколькихъ литровъ воды.

Желательно къ концу перваго же рабочаго дня отдѣлить окись желѣза и глинозема, затѣмъ осадить окись кальція (порція 2), хлориды (порція 3) и, если позволить время, сѣрную кислоту (порція 4).

На второй день производятся: сушеніе, прокаливаніе и взвѣшиваніе сухого остатка воды; пока сухой остатокъ высушивается, опредѣляютъ окись кальція (фильтрованіе, промываніе, сушеніе, прокаливаніе, взвѣшиваніе) и въ фильтратѣ отъ опредѣленія окиси кальція, осаждаютъ соли окиси магнія и оставляютъ на поль-сутокъ. Въ промежутки заканчиваютъ опредѣленія, которыя не успѣли сдѣлать въ первый день.

На третій день заканчиваютъ опредѣленіе солей магнезін и въ сухомъ прокаленномъ остаткѣ начинаютъ опредѣлять кремнекислоту, окись желѣза, глинозема, марганца.

На четвертый день заканчиваются всѣ опредѣленія, даже и въ томъ случаѣ, если необходимо было сдѣлать опредѣленіе газовъ (кислорода и угольной кислоты) въ отдѣльныхъ пробахъ воды, обработанныхъ реактивами на мѣстѣ взятія пробъ.

Опредѣленіе окиси натрія и окиси калия, которое при изслѣдованіи питьевыхъ водъ производится весьма рѣдко и по спеціальнымъ требованіямъ, затягиваетъ анализъ еще на нѣсколько дней и соответственно удорожаетъ его.

Схема обычного санитарнаго анализа воды.

При обычномъ санитарномъ изслѣдованіи воды значительное число количественныхъ опредѣленій (но не качественныхъ) сокращается. Изъ перечисленныхъ въ подробной схемѣ опредѣленій при обычномъ анализѣ остаются:

Всѣ качественныя пробы.

Изъ количественныхъ:

- 1) Взвѣшенные вещества (если таковыя имѣются).
- 2) Сухой остатокъ при 110°Ц.
- 3) „ „ послѣ прокаливанія.
- 4) Потеря при прокаливаніи.
- 5) Органическія вещества (окисляемость).
- 6) Азотистая кислота.
- 7) Амміакъ.
- 8) Жесткость воды: а) общая, б) постоянная и в) устранимая.
- 9) Окись кальція.
- 10) Окись магнія.
- 11) Хлоръ въ хлористыхъ соединеніяхъ.
- 12) Кислородъ, растворенный въ водѣ (не всегда).

Перечисленныхъ опредѣленій, обыкновенно, бываетъ достаточно для заключенія относительно качествъ воды, конечно, принимая во вниманіе всѣ другія свѣдѣнія относительно водоема и мѣстности.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ при повторныхъ изслѣдованіяхъ одного и того-же водоема чередуютъ подробные анализы съ сокращенными.

При этомъ подробные анализы производятся періодически, но сравнительно рѣдко, а сокращенные анализы производятся часто и въ нихъ опредѣляются наиболѣе важныя вещества для рѣшенія поставленныхъ изслѣдованію вопросовъ, наиболѣе подверженныя колебанія подъ вліяніемъ различныхъ условій, напр., временъ года, загрязненія со стороны населенныхъ мѣстъ, фабрикъ, и т. п. Такимъ образомъ не только безъ ущерба, но и съ выгодой для дѣла является возможнымъ въ кратчайшій срокъ и при ограниченныхъ силахъ и средствахъ имѣть наибольшее число анализовъ и получить изъ нихъ надежные средніе выводы. Такъ поступала комиссія С. В. Шидловскаго, изслѣдовавшая воду Ладожскаго озера въ 1905—7 г.г., которая въ сокращенныхъ физико-химическихъ анализахъ опредѣляла только: температуру, прозрачность (въ футахъ), окраску (по условной шкалѣ), сухой остатокъ при 110°Ц. , окисляемость (по Кубелю), амміакъ, взвѣшенные вещества при 110°Ц. и въ нѣкоторыхъ случаяхъ растворенный въ водѣ кислородъ. Сходнымъ образомъ производила изслѣдованія воды Невской губы Финскаго залива въ 1911—12 г.г. комиссія Г. В. Хлопина. Последняя комиссія ввела въ сокращенные анализы, кромѣ указанныхъ, также опредѣленіе

хлоридовъ, сѣрноокислыхъ соединенийъ и нѣкоторыя другія пополненія.

Способы выраженія результатовъ анализа. Результаты опредѣленія каждаго соединенія, какъ было сказано, высчитываются на литръ воды въ граммахъ или въ миллиграммахъ.

Влѣдствие того, что результаты опредѣленія одного и того же вещества могутъ быть выражены на нѣсколько ладовъ, для полученія сравнимыхъ между собой анализовъ, результаты ихъ принято выражать однообразно. Напр., хлористоводородную кислоту въ соединеніяхъ можно послѣ опредѣленія записать: въ видѣ хлористаго серебра (AgCl), соляной кислоты (HCl), хлористаго натрія (NaCl), въ видѣ свободного хлора (Cl); сѣрную кислоту въ соединеніяхъ — въ видѣ сѣрноокислаго барита (BaSO_4), сѣрной кислоты (H_2SO_4), ангидрида сѣрной кислоты (SO_3). Точно также и съ основаніями: напр., кальцій можно записать въ видѣ окиси кальція (CaO), углекислаго кальція (CaCO_3), металлическаго кальція (Ca).

Не предрѣшая вопроса, въ какихъ именно соединеніяхъ находятся въ водѣ опредѣляемые соединенія, результаты санитарныхъ анализовъ принято изображать, руководствуясь слѣдующимъ общимъ правиломъ: кислоты—въ видѣ ангидридовъ (SO_3 , N_2O_3 , N_2O_5 и т. д.), соляную кислоту, не дающую ангидрида,—въ видѣ свободного хлора (Cl); всѣ основанія — въ видѣ безводныхъ окисловъ (CaO , MgO , Na_2O , K_2O и т. д.), за исключеніемъ аммонія, который записывается въ видѣ амміака (NH_3). Количество органическихъ веществъ (окисляемость), выражаютъ въ миллиграммахъ марганцевокаліевой соли (KMnO_4), израсходованной на окисленіе органическихъ веществъ въ литрѣ изслѣдуемой воды, или въ миллиграммахъ кислорода, который выдѣлился изъ марганцевокаліевой соли на окисленіе органическихъ веществъ въ литрѣ воды. Нѣкоторые авторы заносятъ въ таблицы и то и другое обозначеніе. Въ вышеприведенной схемѣ для подробнаго анализа воды обозначены тѣ соединенія, въ формѣ которыхъ вычисляются и заносятся результаты анализа.

Съ развитіемъ физической химіи и съ болѣе яснымъ представленіемъ относительно состоянія соединенийъ въ растворахъ, особенно въ растворахъ слабыхъ концентрацій, къ которымъ принадлежатъ вещества, растворенныя въ питьевой водѣ, явилась попытка замѣнить общепринятое изображеніе результатовъ сани-

тарныхъ анализовъ воды новымъ, болѣе соотвѣтствующимъ современнымъ взглядамъ на теорію растворовъ. Согласно этой теоріи, соединенія въ слабыхъ растворахъ разлагаются (диссоциируютъ) на іоны; основанія находятся въ видѣ свободныхъ металловъ—катионовъ (Na^+ , Ca^{++} , Pb^{++} и т. д.), поэтому основанія предлагается высчитывать на свободные металлы; что же касается кислотъ, то онѣ распадаются на кислотные остатки—анионы (Cl' , SO_4'' , HCO_3' и т. д.).

Сопоставляя оба эти способа выраженія анализовъ между собой, получимъ.

Общепринятый способъ.

Cl
 N_2O_5
 N_2O_3
 SO_3
 CO_2
 P_2O_5

Новый способъ.

Cl'
 NO_3'
 NO_2'
 SO_4''
 $\left\{ \begin{array}{l} \text{CO}_3'' \\ \text{HCO}_3' \end{array} \right.$
 PO_4'''

Новый способъ обозначенія никакихъ практическихъ преимуществъ передъ старымъ не имѣтъ; вслѣдствіе этого можно остаться при общепринятомъ способѣ, который даетъ возможность сравнивать полученные результаты съ анализами прежнихъ изслѣдователей.

Изслѣдованіе физическихъ свойствъ воды.

Температура.

Температура воды должна измѣряться въ самомъ источникѣ обыкновеннымъ точнымъ стоградуснымъ термометромъ съ дѣленіями на $\frac{1}{10}$ градуса. Для той же цѣли имѣются спеціальныя термометры, въ которыхъ шарикъ со ртутью погруженъ въ чашечку (рис. 34, стр. 74).

Запахъ.

Берутъ около 200 куб. сант. воды въ коническую колбу, нагреваютъ до 40—50° Ц. и нюхаютъ. Въ случаѣ, если замѣ-

чается какой нибудь подозрительный запахъ, дѣлають пробу на сѣроводородъ.

Открытіе сѣроводорода дѣлается слѣдующимъ образомъ: смачивають кусокъ фильтровальной бумаги растворомъ уксуснокислаго свинца, подщелоченнымъ ѣдкимъ натромъ, и закрываютъ этой бумагой горло колбы во время нагрѣванія воды; въ присутствіи с в о б о д н а г о сѣроводорода бумажка бурѣетъ или чернѣетъ отъ образованія сѣрнистаго свинца. Если желаютъ убѣдиться, что въ водѣ не содержится не только свободного сѣроводорода, но и сѣрнистыхъ солей, то къ отдѣльной порціи воды до кипяченія прибавляютъ 2 — 3 куб. сант. соляной кислоты, закрываютъ горло колбы свинцовой бумагой и вторично нагрѣваютъ.

Чувствительнѣе — реактивъ Каро: растворъ пара-амидо-диметиланилина въ соляной кислотѣ съ хлорнымъ желѣзомъ (см. ниже: Анализъ сточныхъ водъ).

Вкусъ.

Вкусъ воды распознается лучше всего при 15° — 20° Ц. Вода, бѣдная газами, всегда имѣетъ вялый, непріятный вкусъ.

Окраска воды.

Качественное опредѣленіе.

Освободивъ изслѣдуемую воду отъ мути фильтрованіемъ, наливаютъ въ цилиндръ съ плоскимъ дномъ высотой не менѣе 40 сант., шириной 2,0 — 2,5 сант.; поставивъ его на бѣлый фонъ, смотрятъ сверху внизъ и сравниваютъ окраску изслѣдуемой воды съ равной высоты столбомъ дистиллированной воды, налитой въ такой-же цилиндръ, поставленный рядомъ.

Количественное опредѣленіе.

Для количественнаго опредѣленія степени окраски воды сравниваютъ ея окраску съ специально приготовленными растворами, содержащими извѣстное количество окрашивающихъ веществъ, напримѣръ, карамели, солей платины, желѣза, кобальта и другихъ. Послѣдніе растворы служатъ условными единицами для сравненія окраски (шаблонные растворы). Въ виду того, что окраска питьевой воды обыкновенно отъ примѣси растительныхъ органическихъ веществъ болотистаго происхожденія

(гуминовыхъ кислотъ) бываетъ нечисто желтаго цвѣта, шаблонные растворы готовятъ изъ веществъ, дающихъ водные растворы желтаго цвѣта съ различными оттѣнками, соответствующими натуральнымъ оттѣнкамъ воды, къ которымъ нужно подбирать шаблоны.

1. Русскій шаблонъ изъ хлорнаго желѣза и сѣрноокислаго кобальта. Этотъ шаблонъ былъ составленъ для изслѣдованія воды Ладожскаго озера и можетъ быть приготовленъ слѣдующими двумя способами:

а) отвѣшиваютъ 0,8116 грм. желѣзной фортепiанной проволоки, растворяютъ въ слабой соляной кислотѣ, выпариваютъ три раза съ избыткомъ дымящейся соляной кислоты, доводя въ послѣдній разъ выпариваніе до объема 10 куб. сант. Полученный такимъ образомъ растворъ полуторохлорнаго желѣза (Fe_2Cl_6) разводится дистиллированной водой до одного литра и къ нему прибавляется 100 куб. сант. раствора сѣрноокислаго кобальта, содержащаго 0,5 грамма этой соли ($\text{CoSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$).

б) Тотъ-же растворъ и такой-же степени окраски можно приготовить слѣдующимъ болѣе простымъ способомъ: отвѣшиваютъ 2,5 грм. продажнаго полуторохлорнаго желѣза (*Ferrum sesquichloratum cryst. purum Ph. German. IV. Schering'a*), прибавляютъ 5 куб. сант. соляной кислоты у. в. 1,19, растворяютъ въ дистиллированной водѣ и доводятъ объемъ до одного литра; къ этому раствору прибавляютъ 100 куб. сант. сѣрноокислаго кобальта вышеуказанной крѣпости. Опредѣленіе производится въ колориметрѣ В о л ь ф а (рис. 35 и 36) слѣдующимъ образомъ ¹⁾.

Наливаютъ въ одинъ изъ имѣющихся въ приборѣ двухъ Геннеровскихъ цилиндровъ (рис. 37), изслѣдуемой воды всегда 100 дѣлений цилиндра; въ другой цилиндръ Геннера наливаютъ такой-же объемъ вышеописаннаго раствора желѣзо-кобальтовой смѣси, которая по цвѣту совершенно тождественна съ желтой окраской изслѣдуемой воды и отличается отъ нея только большей интенсивностью. Затѣмъ, установивъ по глазамъ, смотрятъ сверху на оба цилиндра черезъ окуляръ прибора и выпускаютъ по каплямъ желѣзо-кобальтовый растворъ до тѣхъ поръ, пока интенсивность окраски обѣихъ половинъ поля зрѣнія въ приборѣ не будетъ совершенно одинакова. Результаты выражаются числомъ

¹⁾ Колориметръ В о л ь ф а принадлежитъ къ недорогимъ инструментамъ этого рода и весьма удобенъ для санитарныхъ цѣлей.

дѣлений, которая занимаетъ въ Геннеровскомъ цилиндрѣ оставшійся желѣзо-кобальтовый растворъ.

Примѣръ. Если 100 дѣлений изслѣдуемой воды и 40 дѣлений смѣси даютъ окраску одинаковой интенсивности, тогда степень окраски данной воды выражается цифрой 40, которая и заносится въ таблицу.

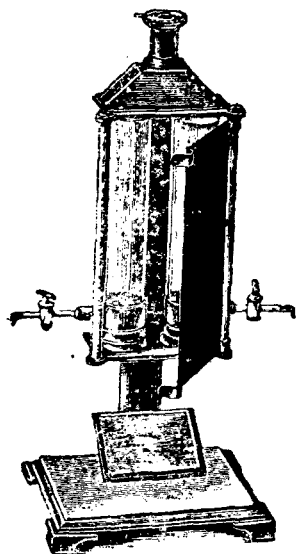


Рис. 35.

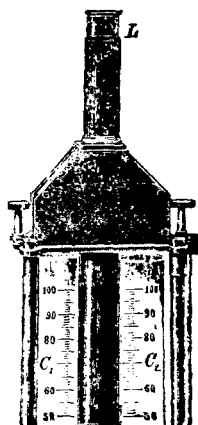


Рис. 36.

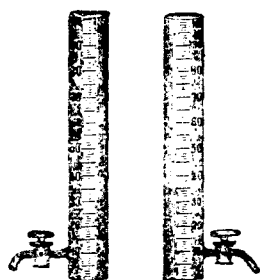


Рис. 37.

Рис. 35. Колориметръ Вольфа. Передняя стѣнка футлира открыта, чтобы показать цилиндры Геннера, находящіеся внутри прибора.

Рис. 36. Верхняя часть колориметра Вольфа съ вытянутымъ окуляторомъ L.

Рис. 37. Цилиндры Геннера.

Опредѣленіе окраски можетъ быть сдѣлано и въ простѣйшихъ колориметрахъ съ постоянными объемами. Для этого различные, но опредѣленные объемы шаблонаго раствора разводятся въ цилиндрахъ колориметра дистиллированной водой до постоянного объема (100 куб. сант.) и т. о. получается соотвѣтствующая шкала (см. Опредѣленіе азотистой кислоты и амміака).

2. Американскій шаблонъ изъ хлороплатината калия и хлористаго кобальта. Отвѣшиваютъ 1,246 грм. хлороплатината калия (K_2PtCl_6) и 1 грм. кристаллическаго хлористаго кобальта ($CoCl_2 + 6H_2O$), растворяютъ въ 100 куб. сант. крѣпкой соляной кислоты у. в. 1,19 и доводятъ дистиллирован-

ной водой до 1 литра. Въ литрѣ такого раствора содержится 0,5 грм. металлической платины и 0,20 грм. металлическаго кобальта и онъ принимается за 500 градусовъ (единицъ) окраски (500 частей металлической платины на 1 миллионъ частей воды).

Разводя этотъ растворъ дистиллированной водой, получаютъ шкалу въ 5, 10, 15, 20.... 30, 40, 70 градусовъ окраски, съ которой и сравниваютъ окраску изслѣдуемой воды въ колориметрѣ.

3. Опредѣленіе степени окраски морской воды и сходной съ ней по окраскѣ воды горныхъ озеръ и нѣкоторыхъ другихъ водоемовъ производится, пользуясь шаблонными растворами, предложенными Форелемъ.

Шкала Фореля.

№№	Желтый растворъ.	Голубой растворъ.
I	0	100
II	2	98
III	5	95
IV	9	91
V	14	86
VI	20	80
VII	27	73
VIII	35	65
IX	44	56
X	54 ¹⁾	46
XI	65	35

Желтый растворъ готовится изъ 1 части средней хромокалиевой соли и 199 частей дистиллированной воды, всего 200 частей.

Голубой растворъ состоитъ изъ 1 части сѣрнокислой мѣди, 5 частей воднаго амміака и 194 частей дистиллированной воды, всего 200 частей.

Смѣшивая оба раствора въ указанныхъ въ таблицѣ Фореля отношеніяхъ, получаютъ шкалу въ одиннадцать шаблонныхъ растворовъ.

¹⁾ Къ № X необходимо прибавлять нѣсколько капель амміака для устраненія образованія мути. Подр. см. F. Forel. L. Lemay. Monographie limnologique, t. II, стр. 465, 1895.

Прозрачность воды.

Определение прозрачности воды производится на мѣстѣ въ самомъ водоемѣ, или въ пробахъ воды, присланныхъ въ лабораторію.

Качественное опредѣленіе.

Ислѣдуемую воду наливаютъ до краевъ въ безцвѣтные стеклянные цилиндры около 30 сант. высоты и 3—5 сант. ширины съ плоскимъ дномъ и смотрятъ при падающемъ свѣтѣ.

Если нѣтъ цилиндровъ, можно прозрачность воды опредѣлить и въ обыкновенныхъ стеклянкахъ, емкостью въ 1 литръ.

При этомъ степень прозрачности воды обозначается словами: прозрачна, слабо опалесцируетъ, опалесцируетъ, слабо мутная, мутная и очень мутная.

Количественное опредѣленіе въ самомъ водоемѣ.

Для этой цѣли примѣняются бѣлые эмалированные цинковые диски или фаянсовые тарелки въ 30 сант. діаметра, которыя погружаются въ воду на шнуркѣ до тѣхъ поръ, пока перестаютъ быть видимы. Въ этотъ моментъ степень прозрачности измѣряется разстояніемъ кружка отъ поверхности воды, или длиной шнура, на которомъ имѣются обозначенія длины въ метрахъ и доляхъ его.

Въ прозрачной водѣ кружки остаются видимы на глубинѣ нѣсколькихъ метровъ; въ очень мутной водѣ—исчезаютъ уже на глубинѣ 25—50 сант.

Этимъ приборомъ пользуются и при біологическомъ анализѣ воды.

Количественное опредѣленіе въ лабораторіи.

1) Нефильтрованную ислѣдуемую воду хорошо взбалтываютъ для равномернаго распредѣленія взвѣшенныхъ частицъ, наливаютъ въ цилиндръ съ дѣленіями на сантиметры, имѣющій внизу трубку для стока воды, какъ цилиндръ Геннера, и ставятъ на страницу шрифта Снеллена № 1 (см. приложение). Послѣ этого вода изъ цилиндра постепенно выпускается черезъ нижнее отверстіе до тѣхъ поръ, пока черезъ оставшійся столбъ воды можно будетъ ясно видѣть подложенный шрифтъ. Высота оставшейся

въ цилиндрѣ воды, отсчитанная въ сантиметрахъ, выражаетъ степень прозрачности воды.

Опредѣленіе должно производиться быстро во избѣжаніе осѣданія мути на дно цилиндра.



Рис. 38. Азбестовый тигель-фильтръ Гуча: а) фарфоровый или платиновый тигель; б) воронка, въ которую плотно вставленъ тигель съ помощью каучуковаго кольца; с) колба для фильтрованія подъ уменьшеннымъ давленіемъ; д) отростокъ, соединяющійся съ водян. насосомъ.

Болѣе быстро ведетъ къ цѣли фильтрованіе съ отсасываніемъ опредѣленнаго объема хорошо взболтанной воды черезъ азбестовый тигель-фильтръ Гуча (рис. 38); тигель съ задержанной мутью высушивается до постояннаго вѣса при 110° Ц. и взвѣшивается. Употребляемый для фильтра азбестъ обрабатывается горячей соляной кислотой, промывается водой и накладывается на дно тигля слоемъ въ 2—3 мм. (при высотѣ тигля въ 4,5 сант. и діаметрѣ верхняго отверстія въ 3,8 сант.), покрывается фарфоровой пластинкой съ мелкими отверстиями, высушивается при 110° Ц. и взвѣшивается. Имѣются тигли-фильтры Гуча также изъ платины. Если нѣтъ тигля Гуча, можно пользоваться плотнымъ бумажнымъ фильтромъ, подъ который подложенъ платиновый конусъ.

Опредѣленіе электропроводности воды.

Для опредѣленія электропроводности воды пользуются переменнымъ токомъ изъ индукціонной катушки и оно производится въ особомъ сосудѣ съ платиновыми электродами. Результаты изслѣдованія выражаются въ т. н. электропроводности (K) — величинѣ, обратной уд. сопротивленію (W), выражаемому въ омахъ:

$$K = \frac{1}{W}.$$

Подъ уд. сопротивленіемъ W разумѣется сопротивленіе току, которое оказываетъ кубъ раствора, ограниченный сторонами въ

1 кв. сант. при 18° Ц. (по Кольраушу) или при 25° Ц. (по Оствальду).

Прежде чѣмъ приступить къ опредѣленію электропроводности изслѣдуемой воды, необходимо опредѣлить сопротивление того сосуда, въ которомъ будутъ производиться изслѣдованія. Найденная величина обозначается черезъ С.

Такимъ образомъ получаютъ

$$C = KW;$$

отсюда

$$K = \frac{C}{W}.$$

Расположеніе отдѣльныхъ частей установки для опредѣленія электропроводности видно изъ чертежа (рис. 39). Имѣются для этой цѣли также особые портативные приборы, удобные для экскурсій. Подробности изслѣдованія электропроводности изложены нами въ другомъ мѣстѣ ¹⁾.

Ходъ опредѣленія и

примѣры. 1) Для опредѣленія сопротивления сосуда (С) наливаютъ въ сосудъ съ погружными платиновыми электродами ¹/₅₀ норм. растворъ хлористаго калия и погружаютъ въ термостатъ, имѣющій, напр., температуру воды 18,7° Ц. Для уравниванія введено въ реостатъ сопротивление въ 30 омовъ, т. е. вынуть штепсель надъ указанной цифрой сопротивления. Самое сильное заглушеніе тока въ телефонѣ получено, когда стрѣлка подвижного контакта остановилась на 40 дѣленіи проволоки моста У и т. д. на, имѣющей длину 100 сант. Отсюда находимъ искомое сопротивление изъ отношенія:

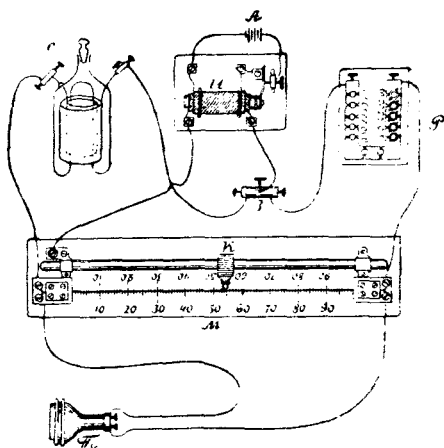


Рис. 39. Расположеніе приборовъ для опредѣленія электропроводности растворовъ. А) аккумуляторъ; И) индукціонная катушка; Р) реостатъ или магазинъ сопротивленія; З) замыкатель тока; С) сосудъ съ изслѣдуемой жидкостью; К) подвижный контактъ на мостикѣ; М) мостъ; Т) телефонъ.

¹⁾ Проф. Г. В. Хлопинъ. Методы изслѣдованія пищевыхъ продуктовъ и напитков. Вып. III, стр. 379, 1917 г.

$$x : 40 = 30 : (100 - 40),$$

отсюда

$$x = \frac{40 \times 30}{60} = 20 \text{ омовъ (W).}$$

Уд. электропроводность $\frac{1}{50}$ норм. раств. хлористаго калия (1,492 грм. въ литрѣ) при 18° Ц. находятъ въ таблицахъ; она равна 0,002399 (K_{18}).

Вставивъ въ равенство $C = W.K$ означенныя числа, получимъ

$$C = 20 \times 0,002399 = 0,04798 \text{ при } 18^{\circ} \text{ Ц.}$$

Такъ какъ электропроводность опредѣлялась не при 18° Ц., а при $18,7^{\circ}$ Ц., то вводятъ на основаніи слѣдующихъ данныхъ поправку:

$$K_{25} = 0,002768,$$

$$K_{18} = 0,002399.$$

Вычисленная изъ этихъ данныхъ поправка на $0,7^{\circ}$ Ц. температуры равна 0,000037; прибавляя ее къ электропроводности при 18° , получимъ

$$C = 20 \times 0,002436 = 0,04872.$$

Далѣе необходимо еще принять во вниманіе сопротивленіе воды, на которой былъ приготовленъ $\frac{1}{50}$ норм. растворъ хлористаго калия. Это сопротивленіе опредѣляется специальнымъ опытомъ. Положимъ, что при этомъ получено сопротивленіе реостата = 1000 омамъ; максимумъ заглушенія на $95,1$.

Подставивъ эти величины въ равенство

$$x : 95,1 = 1000 : (100 - 95,1),$$

получимъ $W = 19408$ омамъ, а $K_{18} = 0,00000251$ ($2,51 \times 10^{-6}$); слѣдовательно истинная величина сопротивленія сосуда будетъ равна

$$C = 20 \times (0,002436 + 0,00000251) = 0,04878.$$

2) Опредѣленіе электропроводности рѣчной воды. Допустимъ, что сопротивленіе реостата равнялось 50 омамъ при $t^{\circ} 18,3^{\circ}$ Ц.; максимумъ заглушенія найденъ при $49,5$; отсюда

$$W = \frac{49,5 \times 50}{50,5} = 49,0 \text{ омовъ;}$$

подставляемъ численныя выраженія въ равенство

$$K_{18,3} = \frac{C}{W} = \frac{0,04878}{49,0} = 0,000955 = 9,55 \times 10^{-4}.$$

Вводитъ поправку на температуру здѣсь не нужно.

Опредѣленіе электропроводности питьевыхъ водъ имѣетъ своей цѣлью отмѣтить измѣненія въ концентраціяхъ растворимыхъ въ ней солей, напр., отъ разведенія дождевой и талой водой, или, наоборотъ, отъ загрязненія питьевыхъ водъ сточными водами вслѣдствіе увеличенія въ содержаніи хлоридовъ (только при отношеніяхъ не менѣе 1 ч. сточной воды на 100 питьевой!). Такъ какъ при слабыхъ растворахъ солей уд. электропроводность почти пропорціональна содержанію соли, то по электропроводности съ извѣстнымъ приближеніемъ можно опредѣлить также и сухой остатокъ воды.

Для послѣдней цѣли различными авторами предложенъ коэффициентъ, на который нужно умножить уд. электропроводность воды, выраженную въ обратныхъ омахъ, а именно: 0,7226 (Рейхертъ) до 0,77 (Пода).

Для русскихъ источниковъ указанный коэффициентъ опредѣленъ А. Г. Дорошевымъ и С. В. Дворжанчикомъ ¹⁾ въ 0,695, который и вставляется въ слѣдующую формулу для опредѣленія сухого остатка (М):

$$M = K_{18}^x \times 10^6 \times x \times 0,695.$$

М = вѣсу сухого остатка, высушеннаго при 103° Ц. съ прибавленіемъ опредѣленнаго количества $\frac{1}{10}$ норм. раствора соды, въ миллигр. на литръ; K_{18}^x = электропроводности воды при соотвѣтствующемъ разбавленіи изслѣдуемой воды и просасываніи воздуха въ теченіе 1 часа; 0,695 = коэффициенту, опредѣленному авторами, и x = степени разведенія воды. При водахъ, изслѣдуемыхъ безъ разведенія, x = 1. Точность вычисленія равна $\pm 0,2\%$.

Столь хорошіе результаты получались авторами при разведеніи водъ до концентраціи 0,003 — 0,004 грм. эквивалентовъ на литръ, что приблизительно соотвѣтствуетъ $K_{18} \times 10^6 = 300$ — 400 миллигр. сухого остатка, высушеннаго при 103° Ц. съ прибавленіемъ $\frac{1}{10}$ норм. раствора соды.

Электропроводность и вычисленный по ней сухой остатокъ нѣкоторыхъ русскихъ источниковъ по даннымъ Дорошевскаго и Дворжанчика:

¹⁾ Журн. Русск. Физико-Химич. Общества, 1913 г. № 7, стр. 1489.

	Москва р.	Ока р.	Артез. кол. въ Перми.	Водопр. въ Вяткѣ.
$K_{18} \times 10^6$	354,8	416,0	1322,0	404,0
Сух. остатокъ при 103° Ц.	249,0	313,0	1244,0	280,2

Электропроводность воды Московскаго водопровода изъ р. Москвы по опредѣленіямъ тѣхъ-же авторовъ въ 1913 г. колебалась слѣдующимъ образомъ:

съ Января по 11 Марта 449—344,5
 „ 12 Марта „ 6 Апрѣля 255—124,5
 „ 7 Апрѣля „ 2 Мая 219—345,4.

Кромѣ того Дорошевскій и Дворжанчикъ вырабатываютъ способъ опредѣленія постоянной и устранимой жесткости по электропроводности воды. Изслѣдованіе Р. Вельдerta и К. Караффа-Корбута¹⁾ въ упрощенномъ приборѣ для опредѣленія электропроводности, предложенномъ Вельдертомъ, дало сходные съ предыдущими авторами результаты, а именно для растворовъ чистыхъ солей коэффициентъ ими опредѣленъ въ 0,67—0,70 и для нѣсколькихъ жесткихъ колодезныхъ водъ=0,71—0,73 вмѣсто 0,695, какъ опредѣлили Дорошевскій и Дворжанчикъ.

Электропроводность воды р. Шпре ($K \times 10^6$) равняется 359 и Рейна—290 (Плѣснеръ).

Какъ показали изслѣдованія въ нашей лабораторіи, вышеприведенные коэффициенты не примѣнимы къ водамъ болотнаго происхожденія, содержащимъ много гуминовыхъ веществъ коллоидальной природы, напр., къ невской. Для невской воды этотъ коэффициентъ для зимняго періода въ среднемъ равенъ 0,96, а для періода таянія снѣговъ повышается до 1,06 при весьма малой электропроводности воды, а именно: 63,2—65,3 (ср. 65,1) для зимы и 52,8—61,2 (ср. 62,4)—для періода таянія снѣговъ. Послѣ коагуляціи невской воды сѣрнокислымъ глинозеномъ, осаждающимъ до 65% органическихъ веществъ, электропроводность воды увеличивается на 14% [ассист. П. И. Васильева, 1917 г.] ²⁾

¹⁾ Mittheilungen aus der Königlichen Landesanstalt für Wasserhygiene zu Berlin-Dahlem. 1914 г. Н. 18, S. 70.

²⁾ Гигіена и Санитарное Дѣло, 1917 г.

Определение радиоактивности.

1) Фонтантоскопъ Энглера и Сиевекина.

Определение радиоактивности даетъ весьма мало для санитарной оцѣнки питьевыхъ водъ, но весьма часто примѣняется къ т. н. столовымъ и минеральнымъ водамъ.

Принципъ. Растворенная въ водѣ эманация радія при взбалтываніи воды выдѣляется въ окружающую атмосферу и увеличиваетъ электропроводность воздуха. Вслѣдствіе этого раздвинувшіеся вслѣдствіе электрическаго заряда листочки алюминія быстрѣ сойдутся, чѣмъ въ воздухѣ безъ эманаци.

Ходъ изслѣдованія. Убѣдившись, что электроскопъ хорошо вставленъ въ изолирующую пробку и что янтарь совершенно сухъ, производятъ провѣрку прибора (рис. 40) посредствомъ определения „нормальной потери заряда“. Для этой цѣли въ большой жестяной сосудъ воды не наливаютъ, заряжаютъ электроскопъ прикосновеніемъ эбонитовой палочки, потертой о волосы или о суконное платье. Предварительно необходимо раздвинуть предохранители листочковъ SS и вставить электроскопъ въ большую бутылъ, какъ показано на рисункѣ. При нормальныхъ условіяхъ потеря заряда въ течение 30 минутъ должна равняться 10—15 вольтъ или 20—30 вольтъ при расчетѣ на часъ.

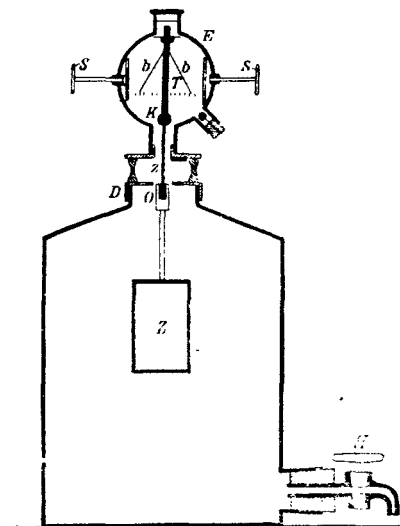


Рис. 40. Фонтантоскопъ Энглера и Сиевекина.

Затѣмъ берутъ изъ источника 2—10 литровъ воды, не взбалтывая ея при взятіи съ воздухомъ, и, смотря по степени радиоактивности, вливаютъ въ цинковый сосудъ фонтантоскопа $\frac{1}{2}$ —1 литръ изслѣдуемой воды затыкаютъ каучуковой пробкой и, если нужно, для пониженія давленія внутри прибора, выливаютъ часть воды, открывая кранъ Н. Выровнявъ давленіе, открываютъ

сосудъ и вставляютъ быстро въ его горло электроскопъ, заряжаютъ послѣдній на столько, чтобы листки разошлись на 30 дѣлений, наблюдаютъ ихъ спаданіе и записываютъ время спаданія, когда листки сошлись точно на 10 дѣлений. Наблюденіе немедленно повторяется. Результаты перечисляются на 1 часть времени и на 1 литръ изслѣдуемой воды.

Соотношенія между дѣленіями шкалы, указывающими расхожденіе листочковъ, и электрическими единицами (вольтажемъ) находятся въ приложенной къ прибору таблицѣ.

Обыкновенно радіактивность выражается въ условныхъ единицахъ Маха или Кюри.

Вода горячихъ источниковъ должна передъ опытомъ охлаждаться до обыкновенной температуры. Для высушиванія янтаря въ электроскопъ рекомендуется въ боковой отростокъ шара помѣщать кусочекъ металлическаго натрія.

Точнѣе описаннаго—приборы, позволяющіе нагревать воду для выдѣленія изъ нея эманации. Одинъ изъ такихъ приборовъ мы сейчасъ опишемъ.

2) Универсальный фонтатоскопъ Шмидта.

Принципъ. Приборъ основанъ на томъ-же принципѣ, какъ и описанный фонтатоскопъ, но здѣсь измѣреніе эманации производится въ особомъ сосудѣ С, а не въ бутылѣ съ водой В (рис. 41).

Описаніе этого прибора и способа пользованія имъ мы заимствуемъ изъ отчета Л. С. Коловратъ-Червинскаго ¹⁾.

Ходъ опредѣленія. Нѣкоторое количество воды помѣщается въ металлическую бутылку В (рис. 41), снабженную кранами; закрытая бутылка встряхивается въ теченіе 1—1½ минутъ, что заставляетъ эманацию радія распредѣлиться между водой и воздухомъ бутылки согласно закону Генри; затѣмъ краны бутылки соединяются резиновыми трубками съ кранами іонизаціонной ка-

¹⁾ Л. С. Коловратъ-Червинскій. Измѣренія радіоактивности водъ и воздуха пещеръ Ферганской области. Труды радіевой экспедиціи И. Академіи наукъ, № 8, 1916 г. П. Ср. также Е. Бурксеръ: Объ опредѣленіи радіоактивности грязей и горныхъ породъ. Ibid. 1915 г. П.

меры С и при помощи резиновой груши производится перекачивание воздуха; тогда можно считать, что эманация, бывшая в воздухе бутылки, равномерно распределилась по объемам бутылки, камеры и соединительных трубок. После этого, закрыв краны камеры и зарядив алюминиевый листок электрометра А прикосновением наэлектризованной эбонитовой палочки к янтарию, наблюдают скорость спадания листков при помощи микроскопа с окулярной шкалой: это наблюдение, на основании соответствующей градуировки прибора, определяет введенное в С количество эманации, а отсюда вычисляется количество, бывшее во всей взятой пробѣ.

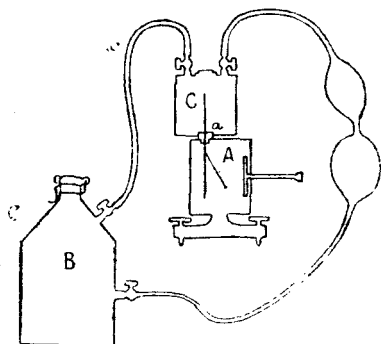


Рис. 41. Универсальный фонтатометръ Шмидта.

Ионизация внутри камеры, а следовательно и скорость спадания листка, постепенно возрастают по введению эманации вследствие образования активного осадка; максимум должен достигаться примерно через три часа. Кривая нарастания определяется экспериментально; она позволяет всякое наблюдение, сделанное спустя t минут после введения эманации, привести к моменту максимума, т. е. вычислить скорость спадания, которое происходило бы от данного количества эманации, если бы последняя была в равновесии со своими продуктами. ¹⁾

Шкала прибора, содержащая 100 делений, градуирована в вольтах фирмой, изготовлявшей прибор; в приборах обыкновенно градуировка почти равномерна между делениями 35 и 90 и одно деление соответствует 0,580 вольта ²⁾. Если электроемкость прибора, по данным фирмы, составляет 4,86 э.-ст. ед., то спадание в Δ_m делений в секунду соответствует ионизации

1) Под радиоактивностью воды здесь и в дальнейшем разумѣется содержание в ней эманации радия, оставляя в стороне возможное присутствие эманации тория.

2) Наблюдения почти всегда производятся в этой части шкалы; в противном случае делаются соответствующие поправки.

онному току въ

$$\frac{0,58 \cdot 4,86}{300 \cdot 60} \Lambda_m = 1,565 \cdot 10^{-4} \Lambda_m$$

электро-статическихъ единицъ, гдѣ дѣлитель 300 введенъ для перехода отъ вольтъ къ э.-ст. единицамъ потенціала, а дѣлитель 60 — для перехода отъ минутъ къ секундамъ.

Чтобы по величинѣ тока судить о количествѣ эманации, помѣщенной въ приборѣ, производятъ его градуированіе при помощи двухъ радіевыхъ нормальныхъ растворовъ. Результаты опытовъ привели къ величинѣ $3,09 \cdot 10^6$ э.-ст. ед. на 1 кюри въ моментъ максимума, т. е. при $t = 0$ отъ 130 до 160 минутъ.

Имѣя всѣ эти данныя, выводятъ формулу, связывающую спаданіе Λ_m съ искомымъ содержаніемъ эманации въ водѣ. Пусть въ бутылку налито v см.³ воды, содержащей x кюри эманации на литръ, т. е. всего содержащей $q = 0,001 \cdot x$ кюри.

Послѣ встряхиванія эманация распредѣлится такъ, что кюри

$$x = 0,1583 \cdot 10^{-9} \Lambda_m \cdot \frac{2185 - v}{v} \left(1 + \alpha \frac{v}{1640 - v} \right)$$

на литръ.

Въ русской медицинской практикѣ содержаніе эманации обычно выражается въ такъ называемыхъ единицахъ Махе; 1 ед. Махе есть такая концентрація эманации, что литръ воды содержитъ количество эманации, которое (безъ продуктовъ) при полной утилизациі α -овыхъ лучей произвело-бы токъ, равный $0,001$ э.-ст. ед. Такъ какъ 1 кюри безъ продуктовъ долженъ дать, при полной утилизациі, токъ въ $2,89 \cdot 10^6$ э.-ст. ед., то

$$1 \text{ кюри на литръ} = 2,89 \cdot 10^9 \text{ ед. Махе.}$$

Поэтому содержаніе эманации во взятой пробѣ воды выражается еще такъ:

$$x_m = 0,4575 \Lambda_m \frac{2185 - v}{v} \left(1 + \alpha \frac{v}{1640 - v} \right) \text{ ед. Махе.}$$

Измѣренія, смотря по обстоятельствамъ, продолжаются отъ 20 минутъ до часа, иногда до двухъ или трехъ часовъ. Отсчеты, сдѣланные ранѣе, чѣмъ за 8—10 минутъ послѣ введенія эманации, нерѣдко (приблизительно въ половинѣ всѣхъ случаевъ) показываютъ неправильность, а именно, іонизація не возрастаетъ вначалѣ согласно экспериментальной кривой, но болѣе медленно или даже убываетъ.

Примѣръ 1. Первое число отброшено; $v = 695$; температура воды = $27,8^{\circ}$ Ц.

Время	Отсчетъ	δ	δ испр.	Δ	t	—	Δ_m
3 ч. 10 м.	89,0	0,037 — δ_0	—	—	—	—	—
37	88,0						
45 впускъ эманации въ камеру							
48	93,0	2,273	—	—	2,236	$81\frac{1}{2}$ отброшено	2,85
59	68,0	2,375	—	—	2,338	18	
4 07	49,0	—	—	—	—	0,820	2,85
12 ¹ / ₂	87,0	—	—	—	—	—	—
39	21,0	2,490	1,01	2,515	2,478	$40\frac{3}{4}$	2,79
40	90,0	—	—	—	—	—	—
47	71,0	2,714	—	—	2,677	$58\frac{1}{2}$	2,89
58 ¹ / ₂	40,0	2,696	—	—	2,659	$67\frac{3}{4}$	2,83
59 ¹ / ₂	88,0	—	—	—	—	—	—
5 16	42,0	2,788	—	—	2,751	$82\frac{3}{4}$	2,88

Среднее $\Delta_m = 2,85$

$$x = 0,1583 \cdot 10^{-9} \cdot 2,85 \cdot 2,471 = 1,11 \cdot 10^{-9} \text{ кюри на литръ.}$$

Примѣръ 2. Наблюденіе болѣе кратковременное (18 минутъ); всѣ три числа согласны съ кривой. $v = 675$, температура $17,0^{\circ}$ Ц.

Время	Отсчетъ	δ	Δ	t		Δ_m
9 ч. 53 м.	100,2	0,033 = δ_0	—	—	—	—
59	100,0					
10 01 впускъ эманации въ камеру						
04	89,4	1,740	1,707	51,2	0,698	2,45
09	80,7	1,900	1,867	101,2	0,767	2,43
14	71,2	2,040	2,007	151,2	0,806	2,49
19	61,0					

Среднее $\Delta_m = 2,46$

$$x = 0,1583 \cdot 10^{-9} \cdot 2,46 \cdot 2,675 = 1,04 \cdot 10^{-9} \text{ кюри на литръ.}$$

Способы химическаго изслѣдованія воды.

Реакція.

Качественное изслѣдованіе.

Въ изслѣдуемую воду погружаютъ полоски красной и синей лакмусовой бумажки, оставляютъ въ водѣ лежать нѣсколько минутъ и, вынувъ, сравниваютъ съ такими-же реактивными бумажками, смоченными дистиллированной водой.

При этомъ испытаніи необходимо помнить, что большинство индикаторовъ на щелочность и кислотность съ кислыми углекислыми солями (бикарбонатами) даютъ нейтральную реакцію, но лакмусъ, ализаринъ и розоловая кислота реагируютъ съ ними, какъ со щелочами. Свободная углекислота реагируетъ съ лакмусомъ, фенолфталеиномъ ¹⁾ и розоловой кислотой кисло, а съ метилоранжемъ—не реагируетъ совсѣмъ. Наконецъ, углекислыя, соли (карбонаты, среднія соли) со всѣми индикаторами даютъ щелочную реакцію.

Въ виду сказаннаго, истинная реакція воды можетъ быть опредѣлена только въ самомъ водоемѣ, или на мѣстѣ тотчасъ по взятіи пробы воды.

Вслѣдствіе выдѣленія изъ воды во время пересылки углекислоты при изслѣдованіи въ лабораторіи реакція воды можетъ оказаться измѣненной изъ кислой или нейтральной въ слабо щелочную.

Количественное опредѣленіе.

Опредѣленіе градуса кислотности. Кислотность, или градусъ кислотности воды выражается количествомъ куб. сант. норм. раствора ѣдкой щелочи, расходуемаго на насыщеніе нелетучихъ кислотъ, находящихся въ литрѣ изслѣдуемой воды.

Ходъ опредѣленія. Отмѣриваютъ 100—200 куб. сант. изслѣдуемой воды въ коническую колбу, для удаленія угольной и другихъ летучихъ кислотъ нагреваютъ до кипѣнія и титруютъ ^{1/10} норм. ѣдкимъ натромъ съ лакмусовой тинктурой, или фенолфталеиномъ до появленія щелочной реакціи. При употребленіи метилоранжа титрованіе можно производить на холоду, т. к. на него углекислота не дѣйствуетъ, но нужно имѣть въ виду, что при послѣднемъ индикаторѣ будутъ опредѣлены только минеральныя кислоты.

Примѣръ. На 100 куб. сант. воды израсходовано 5 куб. сант. ^{1/10} норм. ѣдкаго натра, слѣдовательно на литръ воды потребуется этого раствора 50 куб. сант., что соотвѣтствуетъ 5 куб. сант. норм. раствора ѣдкаго натра и 5 градусамъ щелочности.

¹⁾ Фенолфталеинъ, если онъ прибавленъ въ большихъ количествахъ, даетъ съ бикарбонатами щелочную реакцію (розовую окраску); въ малыхъ—нейтральную (Нолль).

Определение щелочности воды. Щелочность воды, или способность ея связывать кислоты, выражается количеством куб. сант. норм. кислоты, которая идетъ на усредненіе находящихся въ литрѣ воды оснований (щелочей, щелочныхъ земель), соединенныхъ съ угольной кислотой, а также и свободныхъ оснований, если таковыя въ водѣ имѣются.

Понятіе щелочности воды почти совпадаетъ съ понятіемъ „устранимой жесткости“ и можетъ замѣняться послѣднимъ (Винклеръ).

Ходъ опредѣленія. 100—200 куб. сант. воды съ метилоранжемъ титруютъ $\frac{1}{10}$ норм. соляной кислотой до появленія краснаго окрашиванія (ср. Жесткость воды).

Примѣняя вмѣсто метилоранжа лакмусъ или азолитминъ, щелочность воды опредѣляютъ $\frac{1}{10}$ норм. сѣрной кислотой, которая прибавляется въ нѣкоторомъ избыткѣ, и обратно титруется $\frac{1}{10}$ норм. ѣдкимъ натромъ.

Примѣръ. При прямомъ титрованіи $\frac{1}{10}$ норм. соляной кислотой расчеты дѣлаются такъ же, какъ указано при опредѣленіи кислотности воды.

При обратномъ титрованіи ѣдкимъ натромъ избытка сѣрной кислоты расчеты дѣлаются слѣдующимъ образомъ.

Положимъ, что къ 100 куб. сант. изслѣдуемой воды было прибавлено 5 куб. сант. $\frac{1}{10}$ норм. сѣрной кислоты; послѣ кипяченія на обратное титрованіе пошло 2,7 куб. сант. $\frac{1}{10}$ норм. ѣдкаго натра. Предполагая, что оба раствора точно соотвѣтствовали другъ другу, 100 куб. сант. воды нейтрализовали $5 - 2,7 = 2,3$ куб. сант. $\frac{1}{10}$ норм. сѣрной, а слѣдовательно и соляной кислоты, или 23 куб. сант. на литрѣ. Отсюда щелочность воды будетъ равна 2,3 куб. сант. норм. соляной кислоты.

Опредѣленіе кислотности и щелочности въ питьевыхъ водахъ при обычномъ санитарномъ анализѣ производится рѣдко. Такое опредѣленіе однако безусловно необходимо при примѣненіи, напр., сѣрнокислаго глинозема для коагуляціи питьевой воды, какъ для контроля за составомъ питьевой воды, получающейся послѣ этого способа очистки, такъ и для рациональной дозировки коагулянта. Кислотность и щелочность необходимо всегда опредѣлять при анализѣ весьма загрязненныхъ питьевыхъ, а также сточныхъ водъ.

Взвѣшенные вещества.

Степень непрозрачности воды можетъ измѣряться также количествомъ взвѣшенныхъ веществъ (мути), если послѣднихъ содержится много и примѣненіе физическихъ методовъ (стр. 87) затруднительно или невозможно.

Для опредѣленія взвѣшенныхъ веществъ выпариваютъ на водяной банѣ досуха въ прокаленной, охлажденной въ эксикаторѣ и взвѣшенной платиновой чашкѣ 500—1000 куб. сант. нефилътрированной, хорошо взболтанной воды, высушиваютъ до постояннаго вѣса при 110° Ц. въ сушильномъ шкафу и, по охлажденіи въ эксикаторѣ, взвѣшиваютъ. Вычитая изъ найденнаго такимъ образомъ вѣса вѣсъ сухого остатка, полученный изъ равнаго объема профильтрованной воды и при одинаковыхъ условіяхъ, получаемъ вѣсъ мути, который перечисляемъ на литръ воды.

Сухой (плотный) остатокъ воды.

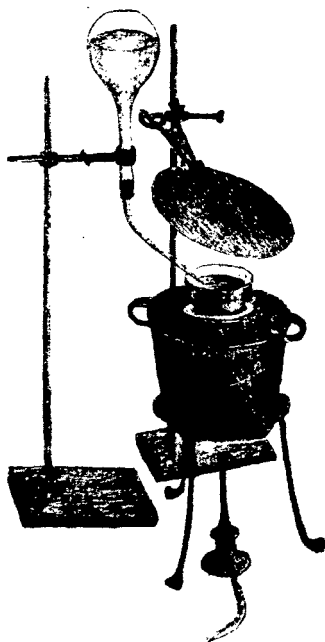


Рис. 42. Автоматическое выпариваніе воды. Трубка косо сръзаннымъ нижнимъ концомъ слегка погружается въ воду.

Отмѣриваютъ 500 куб. сант. профильтрованной воды, выпариваютъ въ предварительно взвѣшенной платиновой чашкѣ досуха на водяной банѣ (рис. 42) и высушиваютъ въ сушильномъ шкафу при 110° Ц. до постояннаго вѣса. Для водъ слабо минерализованныхъ, напримѣръ, болотистаго происхожденія, слѣдуетъ брать не мене 1 литра.

Прокаленный сухой остатокъ. Для опредѣленія общаго количества минеральныхъ веществъ въ сухомъ остаткѣ воды послѣдній прокаливается въ платиновой чашкѣ на простой бунзеновской горѣлкѣ до постояннаго вѣса. Послѣ этого осадокъ смачивается нѣсколькими каплями раствора угле-амміачной соли для превращенія разложившихся при прокаливаніи углекислыхъ солей об-

ратно въ углекислыя соединенія и вновь осторожно прокаливается до постоянного вѣса.

Если имѣютъ въ виду въ прокаленномъ сухомъ остаткѣ произвести количественныя опредѣленія отдѣльныхъ минеральныхъ составныхъ частей: кремнекислоты, солей глинозема, желѣза, извести, магнезій и щелочей, выпариваютъ 2 и болѣе литра воды сначала въ фарфоровой чашкѣ, а затѣмъ, не доводя до полного высушиванія, переводятъ остатокъ въ платиновую чашку, высушиваютъ и на простой горѣлкѣ прокаливаютъ до постоянного вѣса.

Разница въ вѣсѣ между сухимъ и прокаленнымъ остаткомъ называется потерей при прокаливаніи и выражаетъ сумму летучихъ при прокаливаніи веществъ, преимущественно органическаго происхожденія, поэтому потеря при прокаливаніи сухого остатка воды даетъ извѣстное представленіе о количествѣ органическихъ веществъ, находящихся въ водѣ.

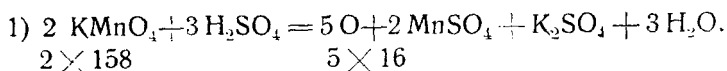
Органическія вещества.

Органическія вещества, находящіяся въ питьевой водѣ, являются продуктами распада сложныхъ растительныхъ и животныхъ соединеній, отличаются большимъ разнообразіемъ и въ химическомъ отношеніи весьма мало изучены; поэтому при санитарномъ анализѣ принято ихъ опредѣлять, пользуясь присущимъ большинству этихъ веществъ свойствомъ, особенно продуктамъ распада веществъ животнаго происхожденія, легко поглощать кислородъ, окисляться. По расходу окисляющаго вещества или по количеству кислорода, поглощеннаго органическими веществами, содержащимися въ опредѣленномъ объемѣ воды, косвенно измѣряется количество этихъ веществъ и получается возможность сравнивать между собой различныя питьевыя воды по содержанію органическихъ веществъ.

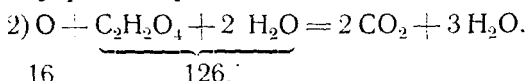
Опредѣленіе органическихъ веществъ по Кубелю (окисляемость воды).

Принципъ. Окисленіе органическихъ веществъ воды по Кубелю, производится марганцевокалиевой солью (минеральнымъ хамелеономъ, KMnO_4) при кипяченіи въ теченіе 10 минутъ съ прибавленіемъ сѣрной кислоты; при этомъ внѣшнимъ признакомъ

возстановленія минеральнаго хамелеона является его обезцвѣчиваніе вслѣдствіе превращенія въ безцвѣтную соль закиси марганца. Реакція протекаетъ по слѣдующимъ двумъ фазамъ:



Свободный кислородъ дѣйствуетъ окисляюще на органическія вещества, напримѣръ, на щавелевую кислоту ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$) по слѣдующему равенству:



Реакція идетъ соотвѣтственно приведеннымъ равенствамъ при точномъ соблюденіи нижеуказанныхъ условій и при обратномъ титрованіи избытка марганцевой соли щавелевой кислотой.

Реактивы. 1) $\frac{1}{100}$ норм. растворъ щавелевой кислоты. Для нормальнаго раствора слѣдуетъ взять перекристаллизованной и высушенной на воздухѣ щавелевой кислоты: $\text{H} = \frac{\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}}{2} = \frac{126}{2} = 63$ грм. на литръ, слѣдовательно для $\frac{1}{100}$ норм. раствора — $\frac{63}{100} = 0,63$ грм. на литръ. Для окисленія 1 куб. сант. послѣдняго раствора потребуется 0,08 миллиграмма кислорода, что вычисляется изъ вышеприведеннаго равенства (2), по которому 16 ч. кислорода соотвѣтствуютъ 126 ч. щавелевой кислоты: искомое количество кислорода (х) поэтому опредѣлится изъ отношенія $x : 16 = 0,63 : 126$; $x = \frac{16 \times 0,63}{126} = 0,08$. О перекристаллизаціи щавелевой кислоты и приготовленіи титрованныхъ растворовъ этой кислоты см. выше (стр. 65).

Вмѣсто $\frac{1}{10}$ норм. щавелевой кислоты быстрѣе можно приготовить $\frac{1}{10}$ норм. растворъ $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 = \frac{134}{2 \times 10} = 6,7$ грм. въ литрѣ.

2) $\frac{1}{100}$ норм. растворъ марганцевокаліевой соли, соотвѣтствующій $\frac{1}{100}$ норм. раств. щавелевой кислоты.

Норм. растворъ марганцевокаліевой соли долженъ содержать: $\text{H} = \frac{2 \text{KMnO}_4}{10} = \frac{50}{10} = \frac{\text{KMnO}_4}{5} = \frac{158}{5} = 31,6$ грм. этой соли, слѣдовательно $\frac{1}{100}$ норм. растворъ долженъ содержать 0,316 грм.; каждый куб. сант. этого послѣдняго раствора будетъ отдавать 0,08 миллиграмма свободного кислорода на окисленіе органиче-

ских веществ по соотношенію: 2 KMnO_4 выдѣляетъ въ кислотъ растворъ 5 атомовъ кислорода = 316:80 согласно равенства (1).

Отвѣшиваютъ 0,32 — 0,34 грм. марганцевокаліевой соли, растворяютъ при частомъ взбалтываніи въ литровой колбѣ въ дистиллированной водѣ и доводятъ до литра. Вслѣдствіе измѣнчивости растворовъ марганцевокислаго калия титръ его точно устанавливается по щавелевой кислотѣ или по щавелевокислону натру и провѣряется при каждомъ рядѣ опредѣленій.

3) Сѣрная кислота 25° (1:3).

Установка титра марганцевокаліевой соли по щавелевой кислотѣ. Наливаютъ въ коническую колбу, емкостью въ 300 куб. сант., 100 куб. сант. дистиллированной воды, освобожденной отъ органическихъ веществъ перегонкой съ марганцевокислымъ кали и сѣрной кислотой въ стеклянной ретортѣ, пришлифованной къ холодильнику (Ср. Опредѣленіе амміака по Фельдгаузу - Кубелю), прибавляютъ пипеткой 5 куб. сант. 25° сѣрной кислоты и изъ бюретки съ стекляннымъ краномъ 3—4 куб. сант. марганцевокислаго кали и кипятятъ на сѣткѣ точно въ теченіе 10 мин., считая время съ начала закипанія смѣси; по истеченіи этого срока, снявъ колбу, вливаютъ въ нее изъ другой бюретки 10 куб. сант. $\frac{1}{100}$ норм. раствора щавелевой кислоты, отчего розовая жидкость обезцвѣчивается. Наконецъ, къ безцвѣтной жидкости прибавляютъ изъ бюретки по каплямъ столько $\frac{1}{100}$ раствора марганцевокаліевой соли, чтобы содержимое вновь окрасилось въ блѣдно-розовый цвѣтъ, хорошо различаемый глазомъ на бѣломъ фонѣ.

Такимъ образомъ находятъ, сколько куб. сант. хамелеона соотвѣтствуетъ 10 куб. сант. $\frac{1}{100}$ норм. щавелевой кислоты и, если растворъ хамелеона окажется значительно крѣпче раствора щавелевой кислоты, его соотвѣственнымъ образомъ разводятъ.

Вслѣдствіе трудности получить дистиллированную воду, совершенно свободную отъ органическихъ веществъ, описанный способъ установки титра, предложенный Кубелемъ, заключаетъ въ себѣ нѣкоторую ошибку, т. к. хамелеонъ идетъ не только на окисленіе 10 куб. сант. щавелевой кислоты, но часть его расходуется на окисленіе органическихъ веществъ, находящихся въ 100 куб. сант. дистиллированной воды (отъ 0,4—0,6 куб. сант. $\frac{1}{100}$ норм. хамелеона).

Чтобы исключить эту ошибку, слѣдуетъ повторить установку титра, прибавивъ по окончаніи титрованія въ ту-же колбу еще

10 куб. сант. щавелевой кислоты и, вновь титруя раствором марганцевокаліево́й соли; послѣдняго при второй установкѣ пойдетъ на нѣско́лько десятыхъ куб. сант. меньше, чѣмъ при первой установкѣ, и эта разница будетъ соотвѣтствовать количеству органическихъ веществъ въ 100 куб. сант. дистиллированной воды. Титрованіе должно производиться въ горячей жидкости (не ниже 60° Ц.).

Можно также избѣжать отдѣльной операціи установки титра и вмѣстѣ вышеуказанной ошибки, если устанавливать титръ послѣ опредѣленія органическихъ веществъ въ изслѣдуемой водѣ (Леманъ, Левинъ).

Установка титра марганцевокаліево́й соли по щавелево-кислomu натру. Для установки марганцевокаліево́й соли вмѣсто щавелевой кислоты, которая требуетъ много времени для очистки, предложенъ щавелевокислый натръ ($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$), очищенный по Зѣренсену. Щавелевокислый натръ кристаллизуется безъ воды, не гигроскопиченъ, не содержитъ примѣсей. Для установки, послѣ 2-хъ-часового высушиванія при 100° Ц., отвѣшиваютъ навѣску $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, растворяютъ въ 200 куб. сант. воды 70° Ц., прибавляютъ 20 куб. сант. двуно́рмальнаго H_2SO_4 и титруютъ хамеленомъ до розовой окраски.

Ходъ опредѣленія легкоокисляющихся органическихъ веществъ (окисляемость воды). Въ коническую колбу въ 300—400 куб. сант. наливается пипеткой 100 куб. сант. изслѣдуемой воды, 5 куб. сант. сѣрной кислоты (1:3) и изъ бюретки 10—15 куб. сант. $\frac{1}{100}$ норм. раствора марганцевокаліево́й соли. Колбу ставятъ на сѣтку и кипятятъ ровно 10 минутъ, считая съ начала кипѣнія; затѣмъ приливаютъ изъ бюретки 20 куб. сант. $\frac{1}{100}$ нормальной щавелевой кислоты, и къ обезцвѣтившемуся горячему раствору прибавляютъ по каплямъ изъ бюретки съ стекляннымъ краномъ марганцевокаліево́й соли до появленія стойкаго слабopозоваго окрашиванія.

По окончаніи опредѣленія можно сейчасъ-же приступить къ установкѣ титра марганцевокаліево́й соли по щавелевой кислотѣ, прибавляя еще къ горячей жидкости 10 куб. сант. щавелевой кислоты и титруя ее марганцевокаліево́й солью до появленія стойкаго слабopозоваго окрашиванія. Результаты опредѣленія выражаются въ миллиграммахъ кислорода, израсходованнаго на окисленіе органическихъ веществъ, содержащихся въ литрѣ

воды, или въ миллиграммахъ марганцевокалиевой соли.

Примѣръ. Взято для изслѣдованія 100 куб. сант. воды, 5 куб. сант. сѣрной кислоты и 10 куб. сант. марганцевокалиевой соли; послѣ кипяченія въ теченіе 10 мин. (послѣ чего жидкость не должна обезцвѣчиваться) къ жидкости, окрашенной въ розовый цвѣтъ, прибавляется 20 куб. сант. $\frac{1}{100}$ нормальной щавелевой кислоты. Къ обезцвѣтившейся жидкости прибавлено еще по каплямъ до появленія стойкаго слаборозоваго окрашиванія 10,65 куб. сант. хамелеона; слѣдовательно, всего израсходовано на 100 куб. сант. воды $10+10,65=20,65$ куб. сант. хамелеона и 20 куб. сант. щавелевой кислоты.

Если 10 куб. сант. $\frac{1}{100}$ норм. щавелевой кислоты соотвѣтствуютъ 9,5 куб. сант. хамелеона (слѣдовательно 20 куб. сант. щавелевой кислоты $= 19,0$ куб. сант. хамелеона), то, вычитая изъ 20,66 куб. сант. хамелеона 19 куб. сант., израсходованныхъ на окисленіе прибавленной при опытѣ щавелевой кислоты, получимъ 1,65 куб. сант. хамелеона; этотъ объемъ его пошелъ на окисленіе органическихъ веществъ, содержащихся въ 100 куб. сант. изслѣдованной воды, или 16,5 куб. сант. хамелеона на литръ.

Такъ какъ 9,5 куб. сант. хамелеона соотвѣтствуютъ 10 куб. сант. $\frac{1}{100}$ норм. щавелевой кислоты, или $0,08 \times 10 = 0,8$ mgr. кислорода, то 1 куб. сант. хамелеона $= \frac{0,8}{9,5}$, а 16,5 куб. сант. $= \frac{0,8 \cdot 16,5}{9,5} = 1,4$ mgr. кислорода на литръ.

При пересчетѣ результатовъ анализа съ кислорода на вѣсовыя количества марганцевокалиевой соли ихъ умножаютъ на коэффициентъ $\frac{316}{80} = 3,95 \left(\frac{2 \text{KMnO}_4}{5 \times \text{O}} \right)$; поэтому въ нашемъ примѣрѣ 1,4 mgr. О на литръ слѣдуетъ умножить на 3,95 и тогда получаютъ окисляемость, выраженную въ хамелеонѣ: $1,4 \times 3,95 = 5,53$ mgr.

Особенныя условія для примѣненія способа. При опредѣленіи окисляемости очень загрязненной воды берутъ небольшіе объемы воды (отъ 1—5 куб. сант.), разводятъ освобожденной отъ органическихъ веществъ дистиллированной водой до 100 куб. сант. и затѣмъ поступаютъ, какъ описано; при подсчетѣ анализа принимаютъ во вниманіе разведеніе изслѣдуемой воды.

Въ водахъ, содержащихъ болѣе 1% поваренной соли, при опредѣленіи окисляемости по Кубелю, идетъ побочная реакція: изъ поваренной соли вытѣсняется сѣрной кислотой соляная кис-

лота, которая съ марганцевокислымъ калиемъ образуетъ хлорный марганецъ, а послѣдній выдѣляетъ свободный хлоръ. Жидкость обезцвѣчивается, несмотря на приливаніе новыхъ порцій марганцевокалиевой соли.

Въ такихъ случаяхъ изслѣдуемую воду предварительно разводятъ соотвѣтственнымъ образомъ дистиллированной водой, или удаляютъ хлориды осажденіемъ азотнокислымъ серебромъ, или, наконецъ, ведутъ окисленіе въ щелочномъ растворѣ по Шульцу.

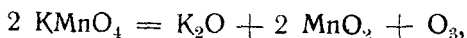
Въ присутствіи значительныхъ количествъ минеральныхъ соединений, возстановляющихъ хамелеонъ, напр., солей закиси желѣза, марганца, азотистой кислоты и нѣк. др., эти соединенія необходимо въ отдѣльной порціи опредѣлить титрованіемъ тѣмъ же растворомъ хамелеона на холоду и израсходованный объемъ хамелеона исключить изъ общаго объема его, израсходованнаго на окисленіе органическихъ веществъ.

При анализѣ одной и той-же воды по способу Кубеля получаютъ вполне сравнимые результаты только въ томъ случаѣ, если точно соблюдаютъ слѣдующія условія: производить опредѣленія въ посудѣ одного размѣра, приливать одинъ и тотъ-же объемъ раствора марганцевокалиевой соли вначалѣ опредѣленія, кипятить точно 10 мин. и всегда титровать послѣ прибавленія щавелевой кислоты безцвѣтную и прозрачную жидкость.

Опредѣленіе органическихъ веществъ по Шульцу.

Методъ основанъ на томъ же принципѣ, какъ и методъ Кубеля съ той разницей, что окисленіе хамелеономъ начинается въ щелочной средѣ и только оканчивается въ присутствіи кислоты.

При этомъ:



2 KMnO_4 выдѣляютъ 3O;

отсюда 316 ч. хамелеона = 48 ч. кислорода.

Реактивы. Тѣ же, что и при опредѣленіи окисляемости по Кубелю, и растворъ ѣдкаго натра 1 : 2.

Ходъ опредѣленія. Къ 100 куб. сант. изслѣдуемой воды прибавляютъ $\frac{1}{2}$ куб. сант. ѣдкаго натра (1 : 2), 10 — 15 куб. сант. $\frac{1}{100}$ нормальнаго раствора хамелеона и кипятятъ на сѣткѣ точно въ теченіи 10 мин.; затѣмъ, охладивъ до 50—60° Ц., приливаютъ 5 куб. сант. сѣрной кислоты (1 : 3) и 10—15 куб. сант. $\frac{1}{100}$ норм.

щавелевой кислоты, послѣ чего жидкость должна быстро обезцвѣтиться (обезцвѣчиваніе не наступаетъ только въ случаѣ, если щавелевой кислоты прибавлено не достаточно сравнительно съ количествомъ хамелеона), и титруютъ хамелеономъ до появленія розоваго окрашиванія, не исчезающаго по крайней мѣрѣ, въ теченіе 5 минутъ.

Расчеты производятся также, какъ при способѣ Кубеля, и результаты выражаются или въ кислородѣ, или въ вѣсовыхъ количествахъ хамелеона, израсходованнаго на окисленіе органическихъ веществъ въ литрѣ воды.

Способъ Шульца употребляется весьма рѣдко при анализахъ питьевыхъ водъ, т. к. даетъ результаты, не отличающіеся отъ способа Кубеля; тѣмъ не менѣе французскіе авторы при контролѣ за результатами озонированія питьевой воды употребляютъ этотъ способъ параллельно съ способомъ Кубеля. Большее примѣненіе нашель способъ Шульца при анализѣ сточныхъ водъ, въ которыхъ встрѣчаются вещества не одинаково легко окисляющіяся въ кислотѣ и щелочномъ растворѣ.

Опредѣленіе органическихъ веществъ на основаніи хлоропоглощаемости воды по И. А. Залесскому и Н. А. Эльмановичу.

Принципъ. Авторы, занимаясь контролемъ за хлорированіемъ воды Петроградскаго водопровода замѣтили, что органическія вещества животнаго происхожденія поглощаютъ больше активнаго хлора, чѣмъ вещества растительнаго происхожденія и подтвердили свое наблюденіе слѣдующими опытными данными:

	1 mgrm. вещества поглощаетъ mgrm. хлора.	1 молекула веще- ства поглощаетъ атомовъ хлора.
Спиртъ	0,06	0,08
Глицеринъ	0,09	0,23
Хлористый аммоній	2,25	3,4
Мочевина	2,70	4,6
Мочевая кислота	1,74	8,2
Гликоколь	3,43	7,2
Аланинъ	3,81	9,6
Лейцинъ	2,52	9,3
Тирозинъ	3,96	18,4
Фенолъ	2,86	7,6
Анилинъ	5,77	15,1

Основываясь на этомъ, авторы способа полагають, что при изслѣдованіи качествъ воды, опредѣленія ея окисляемости и хлоропоглощаемости взаимно дополняютъ другъ друга и на ихъ основаніи можно дѣлать нѣкоторыя заключенія о характерѣ примѣсей, находящихся въ водѣ. Для воды рѣки Невы въ среднемъ можно принять окисляемость равной 7,5—8,0 мгр., а хлоропоглощаемость 18—20 мгрм. Представляетъ интересный вопросъ, какимъ числомъ будетъ выражаться отношеніе поглощаемого кислорода къ хлору въ водахъ другихъ источниковъ. Всякое увеличеніе этого отношенія противъ нормы въ сторону хлора будетъ указывать на присутствіе въ изслѣдуемой водѣ продуктовъ распада бѣлковъ, которые сильно поглощаютъ хлоръ и это именно обстоятельство и придаетъ особенное значеніе опредѣленіямъ хлоропоглощаемости ¹⁾.

Реактивы. 1) $\frac{1}{50}$ норм. растворъ сѣрноватистонаatroвой соли.

2) Прозрачный растворъ хлорной извести, содержащій въ 1 куб. сант. около 0,5 мгрм. свободного хлора. Титръ его устанавливается по раствору 1.

Оба эти раствора при соблюденіи необходимыхъ предосторожностей весьма мало мѣняются съ теченіемъ времени. Титръ проверяется черезъ 2 недѣли.

3) Известковая вода.

4) 10%-ный растворъ іодистаго калия.

5) Соляная кислота у. в. 1,124, разбавленная 2-мя объемами воды.

6) 1%-ный крахмальный клейстеръ.

Ходъ опредѣленія. Въ коническую колбу изъ іенскаго стекла, вмѣстимостью въ 500 куб. сант., наливають 100 куб. сант. изслѣдуемой воды, затѣмъ 25 куб. сант. известковаго молока (3) и 20 куб. сант. хлорной извести (2); такимъ образомъ къ 100 куб. сант. изслѣдуемой воды прибавляютъ хлора 10 мгрм. или вообще количество, весьма близкое къ 10 мгрм. Колбочку нагревають на простой желѣзной сѣткѣ, регулируя пламя горѣлки такимъ образомъ, чтобы жидкость закипала черезъ 5—5½ минутъ. Точно черезъ 15 минутъ отъ начала нагреванія снимають колбочку съ сѣтки и тотчасъ приливають къ горячей жидкости 2 куб. сант. КJ (10% раствора); послѣ чего ставятъ колбу въ косомъ положеніи въ чашку съ холодною водою. Когда жидкость остынетъ, прибавля-

¹⁾ Журналъ Русскаго Химическаго Общества, томъ 46, 1914 г.

ютъ къ ней 10 куб. сант. HCl (кислота уд. в. 1,124, разбавленная 2-мя объемами воды) и титруютъ гипосульфитомъ, прибавляя къ концу реакціи 1 куб. сант. раствора крахмала.

Рядомъ параллельныхъ опытовъ авторы убѣдились, что при такомъ способѣ веденія опытовъ скорость охлажденія не вліяетъ на окончательный результатъ: содержимое колбы можно оттитровать черезъ 2 часа и больше, или же непосредственно послѣ прибавленія KJ, быстро охладивши ее содержимое подъ краномъ холодной водой.

Точно также хлорная известь можетъ быть прибавляема или непосредственно передъ нагрѣваніемъ, что во всякомъ случаѣ предпочтительнѣе, или за нѣкоторое время раньше, даже за 30 минутъ до начала нагрѣванія. Особенное вниманіе должно быть обращено на чистоту колбы, въ которой ведется реакція; небольшіе слѣды органическихъ веществъ, какъ напр., крахмала, употребляемаго при титрованіи, вліяютъ сильно на точность результата; передъ каждымъ опытомъ рекомендуется мыть колбы теплымъ растворомъ хромовой смѣси.

Такъ какъ И. А. Залесскій и Н. А. Эльмановичъ обосновали свой способъ только на изслѣдованіи дистиллированной и одной невской воды, нами было предложено испытать его на водахъ различнаго происхожденія и состава, чтобы выяснитъ, насколько новый способъ можетъ имѣть общее значеніе при анализѣ питьевыхъ водъ. Полученные результаты контрольныхъ испытаній можно резюмировать въ слѣдующихъ положеніяхъ ¹⁾:

1) Опредѣленіе хлоропоглощаемости воды горячимъ способомъ даетъ болѣе высокія цифры, чѣмъ холоднымъ;

2) повышеніе окисляемости (по Кубелю) влечетъ за собой и повышенное поглощеніе водой хлора, но полного параллелизма между окисляемостью и хлоропоглощаемостью не наблюдается;

3) гуминовые вещества, повышая окисляемость, поглощаютъ также и хлоръ, поэтому величина хлоропоглощаемости не всегда можетъ служить специфическимъ указателемъ на присутствіе въ водѣ особо подозрительныхъ азотсодержащихъ органическихъ соединеній животнаго происхожденія;

4) хлоропоглощаемость обуславливается не только присут-

¹⁾ Д-ръ Н. В. Красовская, ассист. О значеніи хлоропоглощаемости при санитарной оцѣнкѣ питьевыхъ водъ. „Гигіена и Санитарное Дѣло“, 1916 г., № 5—6, стр. 237.

ствіемъ въ водѣ органическихъ примѣсей, но также и другими, еще мало изученными, факторами (Н. В. Красовская).

Желательно самое широкое дальнѣйшее испытаніе способа хлоропоглощаемости на питьевыхъ водахъ разнообразнаго состава и свойствъ, а также примѣнить его для характеристики сточныхъ водъ и сравнить съ іодной пробой на загниваемость воды, предложенной Бонжаномъ (1908 г., см. ниже: Анализъ сточныхъ водъ).

Закисныя соли желѣза и марганца также окисляются хлоромъ и могутъ увеличивать хлоропоглощаемость.

Азотная кислота.

Качественное опредѣленіе.

Азотнокислыя соли (нитраты) являются въ водѣ какъ окончательный продуктъ окисленія, минерализаціи органическихъ веществъ.

При отсутствіи азотистой кислоты для опредѣленія азотной кислоты примѣняютъ:

1) Возстановленіе въ кислотѣ растворѣ въ азотистую кислоту химически чистымъ цинкомъ; послѣ этого азотистую кислоту открываютъ съ помощью іодноцинковаго клейстера, или метафенилендіамина.

Берутъ 100 куб. сант. изслѣдуемой воды, подкисляютъ сѣрной кислотой, бросаютъ нѣсколько кусочковъ металлическаго цинка и, спустя нѣсколько минутъ, прибавляютъ реактивы на азотистую кислоту (см. Азотистая кислота).

2) Бруцинъ. Наливаютъ въ маленькую фарфоровую чашку 2 куб. сант. изслѣдуемой воды, бросаютъ кристаллъ бруцина и осторожно приливаютъ избытокъ концентрированной, свободной отъ азотной, сѣрной кислоты.

Появленіе розовой окраски, быстро переходящей въ желтую, указываетъ на присутствіе азотной кислоты, если ея содержалось въ водѣ 1 мгм. и болѣе въ литрѣ.

При избыткѣ сѣрной кислоты не менѣе 2-хъ объемовъ кислоты на 1 объемъ изслѣдуемой воды, бруцинъ реагируетъ даже и въ присутствіи азотистой только съ азотной кислотой, если при этомъ прибавлять бруцинъ къ совершенно охла-

дѣвшей смѣси изслѣдуемой воды съ сѣрной кислотой (Винклеръ).

3) Дифениламинъ, $\text{HN}(\text{C}_6\text{H}_5)_2$; реакція производится точно такъ же, какъ и при бруцинѣ; въ присутствіи нитратовъ получается темносиняя окраска, которая позволяетъ открыть нитраты, если ихъ содержится не менѣе 7 мгрм. въ литрѣ воды при расчетѣ на азотный ангидридъ.

Присутствіе азотистой кислоты дѣлаетъ послѣднюю реакцію недоказательной, такъ какъ дифениламинъ даетъ соединеніе синяго цвѣта и съ нею.

Слѣдуетъ имѣть въ виду, что свободный хлоръ, соли хлорноватой, хромовой, сѣрнистой, надсѣрной кислотъ и нѣкоторыя другія соединенія также даютъ съ бруциномъ красную, а съ дифениламиномъ—синюю окраску.

4) Индиго. Берутъ 25 куб. сант. изслѣдуемой воды въ коническую колбу, вливаютъ двойной объемъ конц. сѣрной кислоты и къ горячей жидкости прибавляютъ по каплямъ раствора индиго.

Если въ водѣ есть азотная кислота, синій цвѣтъ индиго переходитъ въ желтый вслѣдствіе окисленія его въ изатинъ (см. Опредѣленіе азотной кислоты по Марксу-Тромсдорфу).

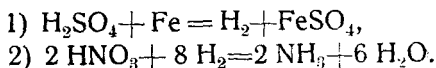
Азотистая кислота должна быть предварительно удалена изъ воды, напр., прибавленіемъ мочевины къ водѣ, подкисленной сѣрной кислотой. Послѣ стоянія въ теченіи нѣсколькихъ часовъ при комнатной температурѣ азотистая кислота разлагается съ образованіемъ газообразнаго азота.

Количественное опредѣленіе.

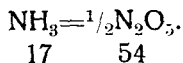
Для количественнаго опредѣленія азотнокислыхъ соединеній въ питьевой водѣ не имѣется точнаго, быстрого и простаго способа. Изъ многихъ, предложенныхъ для этого способовъ, опишемъ только слѣдующіе.

Способъ Ульша.

Принципъ. Способъ основанъ на возстановленіи азотной (и азотистой) кислоты при нагрѣваніи металлическимъ желѣзомъ въ кисломъ растворѣ въ амміакъ съ послѣдующимъ опредѣленіемъ амміака въ перегонѣ. Реакція идетъ по слѣдующимъ равенствамъ:



Отсюда



Реактивы. 1) Металлическое желѣзо (Ferrum hydrogenio-reductum).

2) Сѣрная кислота у. в. 1,35.

3) $\frac{1}{10}$ нормальная сѣрная кислота, т. е. 4,9 грм. въ литрѣ; 1 куб. сант. ея = 1,7 мгр. $\text{NH}_3 = 5,4$ мгр. N_2O_5 .

4) $\frac{1}{10}$ норм. ѣдкій натрѣ, т. е. 4 грм. въ литрѣ.

5) ѣдкій натрѣ у. в. 1,35 (32 грм. въ 100 куб. сант.).

6) $\frac{1}{10}$ нормальный растворъ углекислаго натра для установки титра сѣрной кислоты; отвѣшиваютъ 5,35 грм. химически чистой соды, перекристаллизованной и высушенной при 150° Ц. до постоянного вѣса, и растворяютъ въ литрѣ воды (ср. стр. 52).

7) Спиртовый растворъ розоловой кислоты 1:1000.

Приготовление и установку растворовъ см. Опредѣленіе азота по Кьельдалю.

Ходъ опредѣленія. 500 куб. сант. и болѣе изслѣдуемой воды, подкисливъ сѣрной кислотой, выпариваютъ въ фарфоровой чашкѣ до объема 15 куб. сант., переливаютъ въ колбу около 300 куб. сант. ёмкости вмѣстѣ съ небольшимъ количествомъ горячей воды, которой споласкивается фарфоровая чашка; вливаютъ въ колбу 10 куб. сант. сѣрной кислоты у. в. 1,35, всыпаютъ 5 грм. металлич. желѣза, и, закрывъ отверстіе колбы небольшой воронкой съ запаяннымъ концомъ, наполненной водой (холодильникъ), нагреваютъ на азбестовой сѣткѣ содержимое колбы въ теченіе 10 мин. сначала слабо, а въ теченіе послѣднихъ 5 минутъ до кипѣнія. По истеченіи этого срока прибавляютъ въ колбу 100 куб. сант. дистиллированной воды, соединяютъ съ холодильникомъ Либиха и, послѣ прибавленія 25 куб. сант. раствора ѣдкаго натра у. в. 1,35, перегоняютъ въ коническую колбу, въ которую предварительно было налито 25—30 куб. сант. $\frac{1}{10}$ нормальной сѣрной кислоты съ прибавкой нѣсколькихъ капель индикатора. Конечъ аллонжи холодильника опускается въ кислоту.

Черезъ 30 минутъ весь амміакъ перегоняется, при чемъ въ колбѣ остается около половины жидкости. Необходимо сдѣлать

повѣрочную реакцію съ лакмусовой бумажкой на полноту перергона. Сѣрную кислоту титруютъ $\frac{1}{10}$ норм. ѣдкимъ натромъ.

Примѣръ. Для улавливанія амміака было взято 30 куб. сант. $\frac{1}{10}$ нормальной сѣрной кислоты, на усредненіе которой требуется 30 куб. сант. $\frac{1}{10}$ нормального ѣдкаго натра. На титрованіе 30 куб. сант. сѣрной кислоты, послѣ поглощенія ею амміака, пошло 16 куб. сант. ѣдкаго натра; слѣдовательно $30 - 16 = 14$ куб. сант. сѣрной кислоты были усреднены амміакомъ.

Каждый куб. сант. $\frac{1}{10}$ нормальной сѣрной кислоты соотвѣтствуетъ, по предыдущему, 1,7 mgr. NH_3 и 5,4 mgr. N_2O_5 , слѣдовательно найдено $14 \times 5,4 = 75,6$ mgr. N_2O_5 въ 500 куб. сант. изслѣдуемой воды или $75,6 \times 2 = 151,2$ mgr. въ литрѣ.

Если-же въ изслѣдуемой водѣ содержались амміачныя соединенія и нитриты, то необходимо ввести соотвѣтственныя поправки.

Вслѣдствіе того, что примѣняемые при возстановленіи реактивы при храненіи поглощаютъ изъ воздуха небольшія количества амміака, предварительно опредѣляютъ въ нихъ содержаніе амміака особымъ опытомъ и вводятъ въ расчетъ соотвѣтствующую поправку.

Способъ Нолля.

Бруцинъ, примѣняемый для качественной пробы на азотную кислоту (стр. 110), былъ предложенъ Ноллямъ и для колориметрическаго количественнаго опредѣленія азотной кислоты въ водѣ; при количественномъ опредѣленіи принимается во вниманіе не розовая окраска, быстро переходящая въ желтый цвѣтъ, а болѣе постоянная желтая окраска.

Реактивы. 1) Растворъ 0,5 грм. бруцина въ 200 куб. сант. конц. сѣрной кислоты у. в. 1,84, простоявшій не болѣе 24 часовъ.

2) Шаблонный растворъ азотнокалиевой соли, содержащій 0,1872 грм. въ литрѣ; 1 куб. сант. такого раствора $= 0,1$ mgr. N_2O_5 .

Ходъ опредѣленія. 100 куб. сант. изслѣдуемой воды выпариваютъ до 10 куб. сант., прибавляютъ къ нимъ 20 куб. сант. раствора бруцина, перемѣшиваютъ $\frac{1}{4}$ минуты стеклянной палочкой и вливаютъ въ Геннеровскій цилиндръ, въ который предварительно налито 70 куб. сант. дистиллированной воды. Полученная окраска сравнивается съ шаблонными растворами азотно-кислаго калия, смѣшанными аналогичнымъ способомъ съ растворомъ бруцина (ср. Азотистая кислота, Амміакъ).

Способъ даетъ хорошіе результаты, если вода содержитъ не болѣе 50 мгрм. N_2O_5 въ литрѣ. Вмѣстѣ съ нитратами описаннымъ способомъ опредѣляются и нитриты, если таковые въ водѣ имѣлись.¹⁾

Способъ Грандвалля и Ляжу.

Принципъ. Колориметрическій способъ опредѣленія азотной кислоты Грандвалля и Ляжу²⁾ основанъ на образованіи аммонійныхъ нитропроизводныхъ фенола, окрашенныхъ въ желтый цвѣтъ, получающихся при обработкѣ сухого остатка воды растворомъ фенола въ крѣпкой сѣрной кислотѣ.

Реактивы. 1) Сульфопеноловый растворъ, который готовится т. о.: отвѣшиваютъ 3 грм. безцвѣтной кристаллической карболовой кислоты и растворяютъ въ 37 грм. не содержащей азотной кислоты сѣрной кислотѣ уд. в. 1,84, нагревая въ кипящей банѣ въ теченіе 6 часовъ. Колба со смѣсью затыкается на время нагреванія пробкой, въ которую вставлена длинная въ 40 сант. трубка, оттянутая вверху въ капилляръ для того, чтобы сѣрная кислота не поглощала водяныхъ паровъ изъ воздуха³⁾. По охлажденіи реактивъ переливается въ оранжевую стклянку, хранится въ темномъ мѣстѣ и не измѣняется въ теченіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ.

2) Растворъ изъ 1,872 грм. азотнокислаго кали въ 1 литрѣ воды; 1 куб. сант. этого раствора = 1 мгрм. N_2O_5 ; изъ него готовятъ слѣдующіе шаблоны: 1) 0,5; 2) 1; 3) 1,5; 4) 2; 5) 2,5; 6) 3; 7) 3,5; 8) 4; 9) 4,5; 10) 5; 11) 6; 12) 7; 13) 8; 14) 9; 15) 10; 16) 11; 17) 20; 18) 30 и 19) 40 миллиграммовъ N_2O_5 на 1 литрѣ.

Ходъ опредѣленія. На водяной банѣ выпариваютъ 10 куб.

1) Предложеніе замѣнить опредѣленіе азотнокислыхъ солей въ колориметрѣ по описанному способу Нолля приливаніемъ изслѣдуемой на нитраты воды къ раствору бруцина въ конц. сѣрной кислотѣ (1 вѣс. ч. бруцина на 3000 объемн. ч. H_2SO_4 уд. в. 1,84) до появленія постоянной розовой окраски не имѣетъ преимуществъ передъ описаннымъ способомъ Нолля; скорѣе, наоборотъ, такъ какъ при титрованіи реакція протекаетъ не обычнымъ химически правильнымъ ходомъ, а требуется для вычисленія результатовъ особая эмпирически установленная таблица такого-же рода, какъ предложена Клэркомъ для жесткости воды. Dr. N. Kostjainin, Quantitative Bestimmungen der Salpetersäure im Trinkwasser. Arch. f. Hygiene, 1900, Bd. 83, S. 372.

2) Comptes rendus. 1885.

3) Glll. Journ. Americ. Chem. Soc. 1894.

сант. изслѣдуемой воды до суха; по охлажденіи на сухой остатокъ вливается 1 куб. сант. сульфифенолового раствора, смѣсь тщательно перемѣшивается стеклянной палочкой и оставляется въ покое на 5 минутъ при комнатной температурѣ. Затѣмъ къ смѣси прибавляютъ нѣкоторое количество дистиллированной воды (50—60 куб. сант.), 10 куб. сант. 10%-наго нашатырнаго спирта (уд. в. 0,96), переливаютъ въ цилиндръ Геннера или въ колориметръ иного устройства и доводятъ объемъ жидкости до 100 куб. сант.

Ходъ опредѣленія, предложенный Н. Славскимъ. Отмѣриваютъ въ цилиндръ 50 куб. сант. изслѣдуемой воды, прибавляютъ для осажденія хлористыхъ солей растворъ сѣрноокислаго серебра, доводятъ до 100 куб. сант. и, взболтавъ, даютъ осадку вполнѣ осѣсть и жидкости сдѣлаться вполнѣ прозрачной и безцвѣтной, если вода была окрашенной; затѣмъ берутъ пипеткой 20 куб. сант. жидкости, что соотвѣтствуетъ 10 куб. сант. исходной воды, и выпариваютъ до суха на водяной банѣ. Для избѣжанія потери азотной кислоты при выпариваніи прибавляютъ двууглекислой извести $[Ca(HCO_3)_2]$ затѣмъ къ сухому остатку прибавляютъ 1 куб. сант. сульфифенолового раствора и дальше поступаютъ, какъ описано выше.

Способъ Грандвалля-Ляжу для питьевыхъ водъ даетъ надежные результаты, если азотной кислоты (N_2O_5) содержится не менѣе 0,5 млгр. въ литрѣ; въ водахъ, сильно минерализованныхъ (1,5—3 грм. сухого остатка) даетъ результаты на 3—7% ниже истинныхъ. Насколько этотъ способъ примѣнимъ къ анализу сточныхъ водъ остается не вполнѣ выясненнымъ¹⁾. При опредѣленіи нитратовъ въ почвенныхъ вытяжкахъ по способу Грандвалля-Ляжу необходимо принимать нѣсколько предосторожностей, такъ какъ кислотность вытяжки, хлориды, органическія вещества и желтая окраска вредятъ точности опредѣленія.²⁾

1) Н. Славскій. Опредѣленіе азотной кислоты въ водахъ по способу Грандвалля-Ляжу. Гидрохимическіе матеріалы, 1915 г. Т. I. В. 3. и 4.

2) Ibid. А. Лебединцевъ. Колориметрическое опредѣленіе нитратовъ въ водѣ и водныхъ вытяжкахъ изъ почвы по способу Грандвалля-Ляжу. Оба автора критически и весьма полно собрали литературу вопроса и обстоятельно выяснили всѣ условія, влияющія на результаты опредѣленій.

Способъ Буша.

Принципъ. Вѣсовой способъ Буша основанъ на осажденіи азотной кислоты органическимъ основаніемъ дифениль-энданило-дигидротріазоломъ („нитрона“), который даетъ съ азотной кислотой трудно растворимое соединеніе состава $C_{20}H_{16}N_4 \cdot HNO_3$.

Реактивы. 1) 10% растворъ „нитрона“ Мерка въ 5%-ной уксусной кислотѣ; хранится въ темной склянкѣ.

1) Разведенная сѣрная кислота.

3) Гидразинъ in substantia для удаленія нитритовъ.

Ходъ опредѣленія. 100 куб. сант. изслѣдуемой воды нагреваютъ почти до кипѣнія, прибавляютъ 10 куб. сант. разведенной сѣрной кислоты, 10—12 куб. сант. раствора „нитрона“ и ставятъ на $1\frac{1}{2}$ —2 часа въ шкафъ-ледникъ, или въ воду со льдомъ. Блестящіе кристаллы азотнокислаго „нитрона“ отфильтровываютъ черезъ платиновый тигель-фильтръ Нейбауера съ отсасываніемъ, промываютъ осадокъ сначала фильтратомъ, затѣмъ 4—5 порціями ледяной воды по 10 куб. сант. каждая, высушиваютъ до постояннаго вѣса при $105-110^\circ C$. и взвѣшиваютъ.

Примѣръ. Обозначивъ вѣсъ полученнаго осадка азотнокислаго „нитрона“ изъ 100 куб. сант. воды буквой Р мгрм., соответственный вѣсъ азотной кислоты высчитываемъ изъ соотношенія:

$$\frac{HNO_3}{C_{20}H_{16}N_4 \cdot HNO_3} = \frac{63}{375}, \text{ т. е. } P \times \frac{63}{375}$$

даетъ вѣсъ азотной кислоты (HNO_3) въ полученномъ осадкѣ азотнокислаго нитрона въ мгрм.; отсюда умноженіемъ на $\frac{63}{375}$ высчитываютъ и соответствующій вѣсъ азотнаго ангидрида ($N_2O_5 = 2HNO_3$) помноживъ, наконецъ, найденный вѣсъ N_2O_5 на 10, пересчитываютъ результаты опредѣленія на литръ воды.

Опредѣленію азотной кислоты по Бушу мѣшаютъ многія вещества, дающія съ „нитрономъ“ трудно растворимыя соединенія: бромистоводородная и іодистоводородная кислоты (HBr , HI), хромовая, хлорноватая, щавелевая, роданистая, пикриновая, желѣзосинеродистая и желѣзистосинеродистая и азотистая кислоты. Для удаленія послѣдней разлагаютъ ее прибавленіемъ мелкаго порошка сѣрниокислаго гидразина до исчезновенія пузырьковъ.

Способъ не особенно хлопотливый и точный (Милославскій) ¹⁾.

1). Вѣстн. Общ. гігіены, 1914 г.

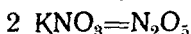
Способъ Маркса-Тромсдорфа.

Принципъ. При дѣйстви азотной кислоты на синее индиго, послѣднее окисляется въ желтое соединеніе—изатинъ, отъ чего синіе растворы индиго превращаются въ соломенно-желтые. На этомъ принципѣ основана, какъ качественная проба (см. выше), такъ и количественное опредѣленіе азотной кислоты по способу Маркса-Тромсдорфа.

Описываемый способъ—наиболѣе простой и удобный для санитарной практики, въ то-же время весьма неточенъ и требуетъ соблюденія цѣлаго ряда мелкихъ условій.

Реактивы. 1) Растворъ индиго такой крѣпости, чтобы его удобно было отсчитывать въ обыкновенной бюреткѣ, при чемъ приблизительно 19 куб. сант. такого раствора должны обезцвѣчиваться 1 мгм. азотнаго ангидрида. Для этого отвѣшиваютъ на аптекарскихъ вѣсахъ 1 ч. измельченнаго продажнаго индиготина и, прибавляя малыми порціями его къ 6 ч. дымящейся сѣрной кислоты, растираютъ смѣсь въ фарфоровой ступкѣ въ вытяжномъ шкафу, поставивъ ступку въ снѣгъ или ледъ во избѣжаніи перенагрѣванія и разрушенія части индиго. Прибавивъ еще нѣкоторое количество конц. сѣрной кислоты, переливаютъ полученную голубую жидкость въ цилиндръ съ притертой пробкой и даютъ хорошо отстояться. Прозрачную жидкость вливаютъ (а не наоборотъ!) приблизительно въ 40 разъ большій объемъ воды, смѣшиваютъ, фильтруютъ и разводятъ настолько, чтобы слой раствора въ 12—15 сант. толщины былъ совершенно прозраченъ. Растворъ индиго долженъ храниться въ темной стеклянкѣ, или въ темномъ мѣстѣ.

2) Растворъ селитры. 1,872 грм. химически чистаго, перекристаллизованнаго, измельченнаго и высушеннаго при 100° Ц. азотнокислаго калия растворяютъ въ 1 литрѣ воды, при чемъ 1 куб. сант. такого раствора соотвѣтствуетъ 1 мгм. азотнаго ангидрида по равенству:



$$202 \quad 108; \quad x : 202 = 1 : 108; \quad x = 1,872.$$

3) Концентрированная сѣрная кислота, не содержащая азотной и азотистой кислотъ.

Установка титра индиго. Въ коническую колбу въ 200—500 куб. сант. отмѣриваютъ изъ бюретки 1 куб. сант. раствора азотнокислаго калия вышеуказанной крѣпости (реактивъ 2) и 24 куб. сант.

дистиллированной воды, вливаютъ туда изъ измѣрительнаго цилиндра предварительно отмѣренныя 50 куб. сант. конц. сѣрной кислоты и быстро къ сильно нагрѣвшейся смѣси (обернуть горло колбы бумагой!) прибавляютъ изъ бюретки раствора индиго при частомъ взбалтываніи до тѣхъ поръ, пока онъ перестанетъ обезцвѣчиваться и пока содержимое колбы окрасится въ хорошо видимый голубовато-зеленый цвѣтъ, исчезающій въ теченіе 2—3 минутъ.

Установку повторяютъ до тѣхъ поръ, пока не найдутъ точноты объему индиговаго раствора, который, будучи прилитъ разомъ къ смѣси 25 куб. сант. раствора селитры съ 50 куб. сант. конц. сѣрной кислоты, безъ избытка окраситъ смѣсь въ голубовато-зеленый цвѣтъ, исчезающій въ теченіе 2—3 мин.

Растворъ индиго долженъ быть разведенъ такимъ образомъ, чтобы 1 куб. сант. раствора селитры обезцвѣчивалъ не больше 8 куб. сант. этого раствора. Если приготовленный растворъ слабѣе, слѣдуетъ приготовить болѣе крѣпкій, а не работать со слабымъ.

Ходъ опредѣленія. Отмѣриваютъ въ колбу 25 куб. сант. изслѣдуемой воды, вливаютъ 50 куб. сант. конц. сѣрной кислоты; при этомъ смѣсь сильно нагрѣвается; къ ней быстро приливаютъ изъ бюретки установленнаго раствора индиго при частомъ взбалтываніи колбы до появленія голубовато-зеленой окраски.

Опредѣленіе повторяютъ нѣсколько разъ, ускоряя приливаніе индиго, пока получаютъ постоянные результаты.

Если вода содержитъ болѣе 0,1—0,2 грм. азотной кислоты въ литрѣ, такую воду слѣдуетъ предварительно разводить соотвѣственнымъ количествомъ дистиллированной воды, не содержащей нитратовъ.

Примѣръ. На 25 куб. сант. изслѣдуемой воды (съ 50 куб. сант. сѣрной кисл.) пошло 16 куб. сант. раствора индиго. Если 8 куб. сант. индиго соотвѣтствовало 1 куб. сант. раствора селитры, что равняется 1 mgr. азотнаго ангидрида, то въ 25 куб. сант. воды содержалось:

$$\frac{16}{8} = 2 \text{ mgr.}, \text{ а въ литрѣ } 2 \times 40 = 80 \text{ mgr. N}_2\text{O}_5.$$

Описаннымъ способомъ опредѣляется вмѣстѣ съ азотной и азотистая кислота. Последнюю можно изъ опредѣленія исключить, прибавивъ къ подкисленной сѣрной-кислотой водѣ немного мочевины (Леманъ), при чемъ азотистая кислота разла-

гается на свободный азотъ, углекислоту и воду черезъ нѣсколько часовъ стоянія при комнатной температурѣ.

Если вода слишкомъ загрязнена органическими веществами, способъ Маркса-Тромсдорфа даетъ настолько неточные результаты, что лучше его не употреблять.

Газометрический способъ опредѣленія азотной кислоты и совмѣстное опредѣленіе азотистой и азотной кислотъ будетъ описанъ ниже при анализѣ сточныхъ водъ.

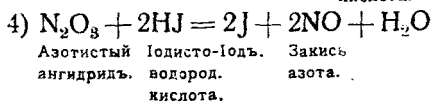
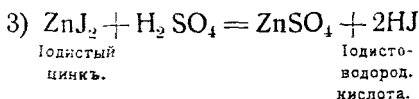
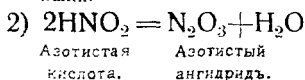
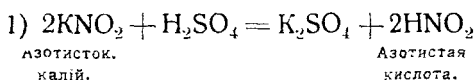
Азотистая кислота.

Опредѣленіе съ помощью іодно-цинковаго крахмального клейстера по Тромсдорфу.

Качественное опредѣленіе азотистой кислоты

Принципъ. Способъ основанъ на способности ангидрида азотистой кислоты разлагать іодистоводородную кислоту съ выдѣленіемъ свободного іода; послѣдній въ присутствіи крахмального клейстера окрашиваетъ изслѣдуемую воду въ синій цвѣтъ.

Происходящія при этомъ реакціи выражаются слѣдующими равенствами:



Ходъ опредѣленія въ колориметрѣ съ постояннымъ объемомъ. Въ колориметрѣ (рис. 43 и 44) наливаютъ 100 куб. сант. изслѣдуемой воды, 3 куб. сант. сѣрной кислоты (1:3) и 2 куб. сант. крахмального клейстера, взбалтываютъ, закрываютъ отъ свѣта, оставляютъ въ покоѣ на пять минутъ и смотрятъ сверху, поставивъ на бѣлую бумагу. Появленіе синяго окрашиванія воды

указываетъ на присутствіе въ изслѣдуемой водѣ солей азотистой кислоты. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ синее окрашиваніе появляется и позднѣе пяти минутъ.

Если въ изслѣдуемой водѣ содержатся кромѣ азотистой кислоты также и другія соединенія, способныя изъ іодистоводородной кислоты выдѣлять іодъ, каковы, на примѣръ, соли закиси желѣза, марганца, перекись водорода и нѣкоторыя другія соединенія, описанная реакція дѣлается недоказательной, т. к. ею открываются азотистокислыя соли тамъ, гдѣ этихъ солей нѣтъ. Въ такихъ случаяхъ рекомендуется повторить реакціи на азотистую кислоту въ перегонѣ отъ изслѣдуемой воды, которую передъ перегонкою подкисляютъ слабой сѣрной или уксусной кислотой (ср. способъ Фельдгауза-Кубеля стр. 128).

Наоборотъ, если въ изслѣдуемой водѣ имѣются соединенія, способныя переводить свободный іодъ обратно въ іодистоводородную кислоту, каковы, на примѣръ: сѣроводородъ и его соли, сѣрнистый ангидридъ и сѣрнистыя соли, сѣрноватистокислыя соли и нѣкот. друг., то въ присутствіи этихъ соединеній іодноцинковымъ клейстеромъ азотистокислыя соли не откроются и тамъ, гдѣ онѣ имѣются. Поэтому въ очень загрязненныхъ водахъ и особенно въ сточныхъ указанный реактивъ не даетъ надежныхъ результатовъ и долженъ быть замѣненъ другимъ, на примѣръ, реактивомъ Грисса при соотвѣтствующей предварительной обработкѣ изслѣдуемой воды.

Реактивы. Необходимыя для опредѣленія азотистой кислоты по Тромсдорфу реактивы готовятъ слѣдующимъ образомъ.

1) Растворъ іодистаго калия: 30 грм. іодистаго калия растворяютъ въ 1 литрѣ дистиллированной воды.

2) Чистая сѣрная кислота въ разведеніи 1 : 3.

3) Іодноцинковый крахмальныи клейстеръ. Растираютъ въ фарфоровой чашкѣ 4 грм. пшеничнаго крахмала въ холодной водѣ, затѣмъ прибавляютъ постепенно горячей воды до объема 100—150 куб. сант.; поддерживая постоянный объемъ смѣси, кипятятъ нѣкоторое время, пока почти весь крахмалъ превратится въ клейстеръ. Къ разведенному теплomu раствору крахмальнаго клейстера прибавляютъ 20 грм. на литръ хлористаго цинка и, по охлажденіи, 2—2,5 грм. іодистаго цинка, хорошо взбалтываютъ, доливаютъ до 1 литра, даютъ отстояться въ закупоренной стеклянкѣ въ темномъ мѣстѣ и фильтруютъ черезъ большой складчатый

фильтръ. Фильтрованіе идетъ медленно, фильтры приходится смѣнять. Приготовленный такимъ образомъ растворъ іодноцинковаго крахмального клейстера долженъ быть прозрачнымъ, слегка опалесцирующимъ, не долженъ синѣть отъ прибавленія сѣрной кислоты (1 : 3) и долженъ сохраняться неопредѣленно долгое время въ коричневой или темной стеклянкѣ съ хорошо заткнутой пробкой.

Вслѣдствіе того, что продажный іодистый цинкъ большей частью содержитъ свободный іодъ, рекомендуется его готовить каждый разъ растираніемъ въ фарфоровой ступкѣ 3 вѣсов. частей металлическаго іода съ 1 ч. цинковыхъ мелкихъ опилокъ (но не цинковой пыли); полученную смѣсь растворяютъ въ 10 частяхъ воды и отфильтровываютъ невошедшія въ реакцію опилки. При взятыхъ соотношеніяхъ фильтратъ будетъ содержать то количество іодистаго цинка, которое указано выше (2—2,5 грм.).

Количественное опредѣленіе азотистой кислоты.

Опредѣлять азотистую кислоту количественно въ питьевыхъ водахъ приходится весьма рѣдко, такъ какъ ея въ нихъ или нѣтъ совсѣмъ, или она содержится только въ видѣ слѣдовъ, даже и въ водахъ, загрязняемыхъ нечистотами.

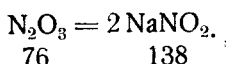
Способъ Тромсдорфа.

Принципъ. Для количественнаго опредѣленія азотистой кислоты примѣняютъ тѣ-же реактивы, что и для качественного ея открытія, и судятъ о количествѣ по интенсивности получаемой окраски (способъ колориметрической). При этомъ въ нѣкоторыхъ, указанныхъ ниже, случаяхъ необходимо, предварительно, азотистую кислоту получить въ перегонѣ и уже въ послѣднемъ вести ея опредѣленіе.

Этотъ способъ даетъ вполне хорошіе результаты только въ тѣхъ случаяхъ, когда въ изслѣдуемой водѣ содержится азотистаго ангидрида не менѣе 0,01 и не болѣе 0,04 мгм. въ 100 куб. сант. изслѣдуемой воды; по этой причинѣ въ нѣкоторыхъ случаяхъ изслѣдуемую воду приходится разводить въ опредѣленной пропорціи.

Реактивы. 1) Растворъ азотистокислаго натра опредѣленной концентрации. Отвѣшиваютъ 1,815 грм. продажнаго химически чистаго азотистокислаго натра, растворяютъ въ дистиллированной водѣ и доводятъ до объема 1 литра. Въ 1 куб. сант. та-

кого раствора содержится 1 mgrm. азотистаго ангидрида по слѣдующему равенству:



Для опредѣленія, сколько необходимо отвѣсить грм. азотистонатровой соли, чтобы эта навѣска равнялась 1 вѣсовой части азотистаго ангидрида, разсуждаютъ такимъ образомъ: 138 грм. NaNO_2 соотвѣтствуетъ 76 грм. N_2O_3 , слѣдовательно 1 грм. N_2O_3 будетъ соотвѣтствовать $138 : 76 = 1,815$ грм. = x. Растворяя 1,815 грм. азотистокислаго натра въ 1000 куб. сант. дистиллированной воды, получаютъ растворъ вышеуказанной крѣпости, т. е. съ содержаніемъ 1 mgrm. азотистаго ангидрида въ 1 куб. сант.

Приготовленный описаннымъ способомъ растворъ азотистокислаго натра въ хорошо закупоренной стеклянкѣ и при храненіи въ темномъ мѣстѣ держится весьма долго и потому заготавливается въ запасъ.

Для опредѣленія азотистокислыхъ солей въ питьевой водѣ предыдущій растворъ оказывается слишкомъ крѣпкимъ и его по мѣрѣ надобности разводятъ въ 100 разъ; для чего точно отмѣриваютъ 10 куб. сант. и разводятъ до 1 литра; при этомъ получаютъ растворъ, содержащій 0,01 mgrm. азотистаго ангидрида въ 1 куб. сант.

Для особо точныхъ опредѣленій рекомендуется готовить шаблонный растворъ изъ химически чистаго азотистокислаго натра (NaNO_2); для этого растворяютъ продажный препаратъ въ водѣ и осаждаютъ растворомъ сѣрноокислаго или азотнокислаго серебра. Образовавшійся бѣлый осадокъ азотистокислаго серебра (AgNO_2) промываютъ холодной водой декантаціей и растворяютъ въ маломъ объемѣ кипящей воды. По охлажденіи изъ раствора выкристаллизовываются игольчатые кристаллы AgNO_2 , съ нихъ сливаютъ маточный растворъ, споласкиваютъ 2—3 раза холодной водой и высушиваютъ. Для полученія раствора, содержащаго въ 1 литрѣ 0,1 mgrm. N_2O_3 , отвѣшиваютъ 0,406 грм. сухихъ кристалловъ AgNO_2 , растворяютъ въ горячей водѣ въ литровой колбѣ, разлагаютъ растворомъ хлористаго натра, пока перестанетъ образоваться осадокъ хлористаго серебра, доливаютъ до мѣтки, даютъ отстояться и прозрачный растворъ употребляютъ въ дѣло; если этотъ растворъ крѣпокъ, отмѣриваютъ его 100 куб. сант. и разводятъ до 1 литра; 1 куб. сант. послѣдняго раствора соотвѣтствуетъ 0,01 mgrm. N_2O_3 .

При приготовленіи этихъ растворовъ всегда необходимо убѣдиться, что дистиллированная вода не содержитъ азотистосилыхъ соединений.

2) Іодноцинковый клейстеръ (см. выше стр. 120).

3) Сѣрная кислота 1:3.

Ходъ опредѣленія въ колориметрѣ съ постояннымъ объемомъ. Въ одинъ изъ цилиндровъ простого колориметра (рис. 44) наливаютъ 100 куб. сант. профильтрованной изслѣдуемой воды; въ другіе цилиндры наливаютъ цилиндрической пипеткой: въ одинъ—1 куб. сант., въ другой—2 и въ послѣдній—4 куб. сант. вышеуказаннаго слабого раствора азотистонатровой соли и прибавляютъ дистиллированной воды до мѣтки; такимъ образомъ получаютъ шкалу отъ 0,01 до 0,04 мгрм. азотистаго ангидрида въ 100 куб. сант. раствора.

Затѣмъ во всѣ цилиндры вливаютъ: по 2 куб. сант. іодноцинковаго крахмальнаго клейстера и возможно быстро изъ цилиндрической пипетки по 1 куб. сант. сѣрной кислоты (1:3), затыкаютъ цилиндры стеклянными пробками, взбалтываютъ, даютъ стоять 5 минутъ и затѣмъ сравниваютъ окраску изслѣдуемой воды съ окраской шаблоновъ; изъ послѣднихъ отмѣчаютъ тотъ, который вполнѣ соотвѣтствуетъ по интенсивности окраскѣ изслѣдуемой воды.

Примѣръ. Окраска изслѣдуемой воды соотвѣтствуетъ тому цилиндру шаблона, въ который было прилито 2 куб. сант. раствора азотистонатровой соли, содержащаго въ 1 куб. сант. 0,01 мгрм. азотистаго ангидрида. Слѣдовательно въ 100 куб. сант. изслѣдуемой воды содержится $0,01 \times 2 = 0,02$ мгрм. азотистаго ангидрида, а въ 1000 куб. сант.—0,2 миллиграмма.

Если ни одинъ изъ шаблоновъ не подойдетъ къ окраскѣ, получившейся въ цилиндрѣ съ изслѣдуемой водой, опредѣленіе повторяютъ съ новой порціи воды, измѣняя соотвѣственнымъ образомъ крѣпость шаблонныхъ растворовъ. Необходимо хорошо вымыть цилиндры колориметра.

Опредѣленіе въ колориметрѣ Вольфа. Въ одинъ изъ двухъ Геннеровскихъ цилиндровъ колориметра (рис. 35) наливаютъ до мѣтки 100 куб. сант. изслѣдуемой воды; во второй наливаютъ раствора азотистонатровой соли, содержащей 0,01 мгрм. азотистаго ангидрида въ 1 куб. сант., съ такимъ расчетомъ, чтобы онъ, при разведеніи дистиллированной водой также до объема 100 куб.

сант. и послѣ прибавленія въ оба цилиндра іодноцинковаго клейстера и сѣрной кислоты, окрасился сильнѣе воды.

Прибавивъ въ оба цилиндра по 2 куб. сант. іоднокрахмальнаго клейстера и одновременно по 1 куб. сант. сѣрной кислоты, ждутъ 5 минутъ и затѣмъ выравниваютъ окраску, выпуская шаблонный растворъ по каплямъ изъ нижняго носика цилиндра въ поставленный подъ него стаканчикъ, пока окраска обоихъ цилиндровъ совершенно выравнивается.

Примѣръ. Допустимъ, что изъ цилиндра, въ который было налито 3 куб.сант. шаблоннаго раствора азотистокислаго натра, содержащаго 0,01 mgrm. N_2O_3 въ 1 куб. сант., пришлось спустить половину жидкости и тогда окраска въ обоихъ цилиндрахъ выравнилась. Это значитъ что въ 100 куб. сант. изслѣдуемой воды содержится ангидрида азотистой кислоты столько - же, сколько его содержится въ 50 куб. сант. шаблоннаго раствора.

Въ 100 куб. сант. шаблоннаго раствора содержалось 3 куб. сант. раствора азотистокислаго натра, что соотвѣтствуетъ 0,03 mgrm. азотистаго ангидрида, а поэтому 50 куб. сант. этого раствора содержать 0,015 mgrm. азотистаго ангидрида; слѣдовательно столько же азотистаго ангидрида находится и въ 100 куб. сант. изслѣдуемой воды; въ литрѣ изслѣдованной воды т. о. содержится 0,15 mgrm. N_2O_3 .

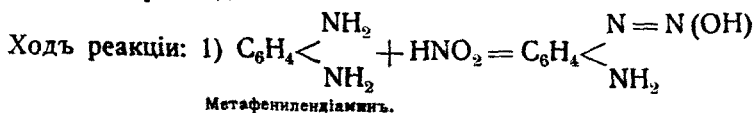
Способъ Тимана-Прейсе съ метафенилендіаминомъ.

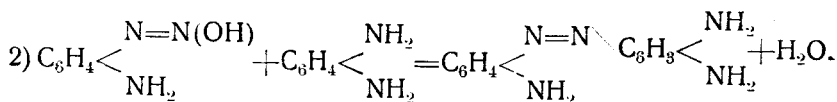
Качественное опредѣленіе.

Этотъ способъ примѣняется въ тѣхъ случаяхъ, когда способъ Тромсдорфа почему-либо не можетъ быть примѣненъ.

Принципъ. Метафенилендіаминъ въ водномъ кислотъ растворѣ въ присутствіи ангидрида азотистой кислоты превращается въ коричневую краску—везувинъ, бисмаркбраунъ.

При этомъ изслѣдуемая вода, содержащая азотистокислыя соли, окрашивается въ желтый, а, при значительныхъ количествахъ азотистыхъ солей, въ красноватожелтый цвѣтъ. Этимъ способомъ можно открыть еще 0,05 миллиграммовъ азотистаго ангидрида въ литрѣ воды.





Везувинъ.

Приготовление реактива. Продажный метафенилендиаминъ съ точкой плавленія въ 63° Ц. растворяется въ водѣ, подкисленной сѣрной кислотой съ такимъ расчетомъ, чтобы получить 0,5% растворъ. Отвѣсиваютъ 0,5 грм. метафенилендиамина, растворяютъ въ 50 куб. сант. дистиллированной воды, прибавляютъ 1 куб. сант. концентрированной сѣрной кислоты и доводятъ дистиллированной водой до 100 куб. сант. Растворъ метафенилендиамина непрочень, быстро желтѣетъ даже и въ темной стеклянкѣ, поэтому долженъ приготовляться по мѣрѣ надобности.

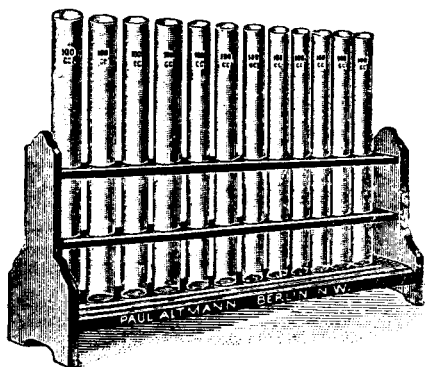


Рис. 43. Простѣйшій колориметръ съ постояннымъ объемомъ.

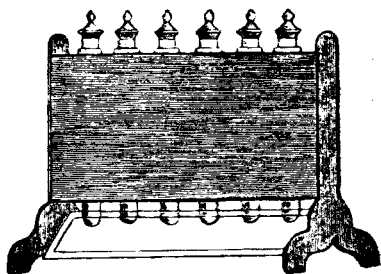


Рис. 44. Колориметръ съ постояннымъ объемомъ типа Петроградской городской санитарной лабораторіи.

Ходъ опредѣленія. Въ простой колориметръ (рис. 43 или 44) наливаютъ 100 куб. сант. изслѣдуемой воды, 5 капель концентрированной сѣрной кислоты и 10 капель раствора метафенилендиамина, приготовленнаго вышеуказаннымъ способомъ. Не позднѣе 5 минутъ получается желтая окраска смѣси, если вода содержала азотистокислыя соли.

Настоящій способъ не примѣнимъ для изслѣдованія водъ, имѣющихъ желтую окраску.

Количественное опредѣленіе.

Способъ примѣняется въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ непримѣнимъ способъ съ іодноцинковымъ клейстеромъ, т. е. когда въ изслѣ-

дуемой водѣ содержится много органическихъ веществъ, солей желѣза, хромовой, хлорноватой кислотъ, озонъ, перекись водорода и друг. соединенія, выдѣляющія изъ іодистыхъ солей свободный іодъ, какъ и азотистая кислота, или, наоборотъ, переводящія выдѣленный послѣднею іодъ обратно въ іодистоводородную кислоту.

Реактивы. 1) Растворъ азотистонатровой соли, содержащій 0,01 mgr. азотистаго ангидрида въ 1 куб. сант., тотъ-же, что и въ предыдущемъ способѣ Тромсдорфа (стр. 121).

2) Водный растворъ метафенилендіамина 1%-ной крѣпости; приготовленіе его было описано выше при качественномъ открытіи азотной кислоты (стр. 125).

3) Сѣрная кислота 1:3.

Ходъ опредѣленія. Наливаютъ въ одинъ изъ цилиндровъ колориметровъ 100 куб. сант. изслѣдуемой воды и въ другіе цилиндры: въ одинъ—1 куб. сант., въ другой—2 куб. сант. и т. д. до 4 куб. сант. шаблоннаго раствора азотистокислаго натра, разбавляютъ до мѣтки, взбалтываютъ и прибавляютъ 1 куб. сант. раствора метафенилендіамина и затѣмъ 1 куб. сант. сѣрной кислоты; по истеченіи 1—5 минутъ сравниваютъ желто-бурую окраску и вычисляютъ результаты такъ-же, какъ и въ способѣ Тромсдорфа.

Способъ съ метафенилендіаминомъ не примѣнимъ къ водамъ, имѣющимъ желтый цвѣтъ, безъ предварительнаго ихъ обезцвѣчиванія.

Аналогичнымъ образомъ опредѣляется количественно азотистая кислота въ питьевыхъ водахъ и реактивомъ Грисса, который даетъ возможность опредѣлить еще меньшія количества этой послѣдней, чѣмъ описанными реактивами.

Способъ Грисса.

Принципъ. Реактивъ Грисса состоитъ изъ нафтиламинъ-сульфокислоты, растворенной въ уксусной кислотѣ; этотъ растворъ съ азотистой кислотой при комнатной температурѣ и еще быстрѣе при нагрѣваніи до 70° Ц. образуетъ красную азокраску. Реактивъ Грисса чрезвычайно чувствителенъ и позволяетъ опредѣлять количественно еще 0,01—0,3 миллигрм. азотистаго ангидрида въ литрѣ.

Чрезмѣрная чувствительность реактива является его недостаткомъ, такъ какъ онъ краснѣетъ отъ ничтожныхъ слѣдовъ

азотистой кислоты, которая образуется, напримѣръ, при горѣніи газовыхъ горѣлокъ въ лабораторіи, или содержится въ стоявшей въ лабораторіи дистиллированной водѣ.

Реактивъ Грисса примѣняется при анализѣ питьевыхъ водъ въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ іодноцинковый клейстеръ не даетъ надежныхъ результатовъ; чаще-же онъ примѣняется при изслѣдованіи сточныхъ водъ.

Приготовление реактива. Въ нашей лабораторіи реактивъ Грисса готовится по слѣдующему рецепту (Милославскій ¹⁾).

1) Растворяютъ 0,2 грм. α -нафтиламина ($C_{10}H_7NH_2$) при нагреваніи въ 20 куб. сант. дистиллированной воды въ фарфоровой чашкѣ, осторожно сливаютъ жидкость въ 150 куб. сант. 12⁰/₀-ной (2-нормальной) уксусной кислоты. При этомъ фіолетовыя капли нарастворившагося вещества должны остаться въ чашкѣ.

2) Отвѣшиваютъ 0,5 грм. сульфаниловой кислоты [$C_6H_4(NH_2)(SO_3H)$ —сульфоамидобензойная к.] и растворяютъ въ 150 куб. сант. 12⁰/₀-ной уксусной кислоты.

Оба раствора сливаютъ вмѣстѣ и сохраняютъ въ темныхъ стеклянкахъ съ хорошо притертыми пробками.

Реактивъ Грисса долженъ быть безцвѣтнымъ, для чего необходимо его готовить быстро на прокипяченной дистиллированной водѣ и въ тщательно вымытой посудѣ. Если онъ тотчасъ по приготовленіи или недолгое время спустя сдѣлался розовымъ, практичнѣе приготовить новый, чѣмъ примѣнять, какъ это рекомендуется, обезцвѣчиваніе его цинкомъ.

Весьма удобенъ вслѣдствіе его прочности сухой реактивъ Грисса: α -нафтиламина 1 грм.; сульфаниловой кислоты 10 грм. и виннокаменной кислоты 89 грм.; эта смѣсь рассчитана на 1 литръ воды.

Ходъ опредѣленія. Опредѣленіе азотистой кислоты въ водѣ реактивомъ Грисса производится такъ-же, какъ и предыдущими реактивами: берется 100 куб. сант. изслѣдуемой воды въ простой колориметръ, къ ней приливается 5 куб. сант. реактива; если не получается въ теченіе 3—5 минутъ розоваго окрашиванія, нагреваютъ пробирку на водяной банѣ въ теченіе нѣсколькихъ минутъ при температурѣ 70—80° Ц. Появленіе розоваго окрашиванія показываетъ на присутствіе азотистокислыхъ солей.

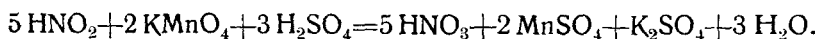
¹⁾ Милославскій. Опредѣленіе азотистой кислоты по способу Грисса. Вѣстн. Общ. Гигіены, 1913 г.

Кромѣ описанныхъ, для открытія азотистой кислоты предложено еще нѣсколько реактивовъ: нафтиловый реактивъ Риглера, реактивъ Эрмана и нѣкоторые другіе; при санитарномъ анализѣ воды въ этихъ реактивахъ обыкновенно надобности не встрѣчается.

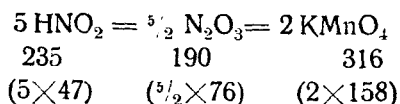
Способъ Фельдгауза-Кубеля.

Принципъ. Способъ основанъ на окисленіи избыткомъ раствора марганцевокаліевой солью азотистой кислоты въ присутствіи сѣрной кислоты при обыкновенной температурѣ въ азотную кислоту. По окончаніи окисленія, къ смѣси прибавляютъ раствора соли закиси желѣза (соли Мора) и избытокъ послѣдней обратно титруютъ марганцевокаліевой солью до появленія слабо розоваго окрашиванія. Способъ примѣнимъ только при значительныхъ количествахъ азотистокислыхъ соединений въ водѣ.

Реакція идетъ по равенству:



Принявъ во вниманіе, что одна молекула азотистаго ангидрида эквивалентна 2 молекуламъ азотистой кислоты, и, вставивъ молекулярные вѣса въ предыдущее равенство, получимъ:



Реактивы. 1) $\frac{1}{100}$ норм. растворъ марганцевокаліевой соли; 1 куб. сант. этого раствора содержитъ 0,316 мгм. KMnO_4 и окисляетъ 0,19 мгм. N_2O_3 . Растворяютъ 0,32—0,34 грм. KMnO_4 въ 1000 куб. сант. дистиллированной воды.

2) $\frac{1}{100}$ норм. растворъ щавелевой кислоты. Растворяютъ 0,63 грм. перекристаллизованной кислоты ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$) въ 1000 куб. сант. воды; по этому раствору устанавливается растворъ марганцевокаліевой соли.

3) $\frac{1}{100}$ норм. растворъ соли Мора. Растворяютъ 3,92 грм. свѣже перекристаллизованной, высушенной между фильтровальной бумагой соли Мора $[\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 + 6\text{H}_2\text{O}]$ въ 1000 куб. сант. воды и устанавливаютъ ея титръ по $\frac{1}{100}$ нормальному раствору марганцевокаліевой соли, титруя 10 куб. сант. раствора соли Мора съ прибавленіемъ 2 куб. сант. сѣрной кислоты (1 : 3) при комнатной температурѣ до появленія слабозабоваго окрашиванія.

4) Сѣрная кислота 25%-ная (1 : 3).

Ходъ опредѣленія. Отмѣриваютъ въ колбу 100 куб. сант. изслѣдуемой воды, прибавляютъ 5 куб. сант. сѣрной кислоты и марганцевокаліевой соли до появленія не исчезающаго слаборозоваго цвѣта. Затѣмъ прибавляютъ такое количество раствора соли Мора, чтобы жидкость обезцвѣтилась и соль находилась въ нѣкоторомъ избыткѣ; послѣдній уничтожается затѣмъ титрованіемъ марганцевокаліевой солью до появленія слаборозовой окраски. Температура воды и растворовъ во время титрованія не должны выходить изъ предѣловъ 15—25° Ц.

Изъ общаго объема марганцевокаліевой соли, потраченнаго на титрованіе и выраженнаго въ куб. сант., вычитаютъ объемъ его, израсходованный на окисленіе соли Мора, и полученную разницу умножаютъ на 0,19, а для перечисленія на литръ воды еще на 10.

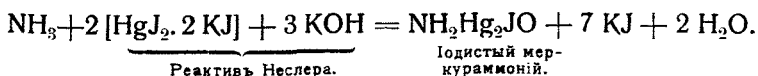
Примѣръ. На 100 куб. сант. изслѣдуемой воды пошло 13,6 куб. сант. $\frac{1}{100}$ норм. раствора марганцевокаліевой соли; допуская, что при этомъ на окисленіе 10 куб. сант. прибавленнаго $\frac{1}{100}$ норм. раствора соли Мора пошло 10 куб. сант. марганцевокаліевой соли, находимъ, что на окисленіе азотистаго ангидрида пошло $13,6 - 10 = 3,6$ куб. сант. марганцевокаліевой соли, что соотвѣствуетъ $3,6 \times 0,19 \times 10 = 68,4$ мгм. азотистаго ангидрида въ литрѣ воды.

Амміакъ.

Принципъ. Амміакъ и его соли открываютс реактивомъ Неслера, который состоитъ изъ двойной соли іодистой ртути и іодистаго калия ($\text{HgJ}_2 \cdot 2\text{KJ}$), растворенныхъ въ ѣдкомъ кали.

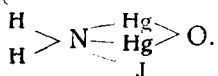
Амміакъ съ реактивомъ Неслера даетъ соединеніе—іодистый меркураммоній, которое при малыхъ количествахъ амміака окрашиваетъ воду въ желтый цвѣтъ, при значительныхъ—въ красножелтый, а при большихъ—образуетъ краснобурый осадокъ.

Ходъ реакціи:



Іодистый меркураммоній представляетъ собой іодистый аммоній (NH_4J), въ которомъ 2 Н замѣщены молекулой закиси

ртути (Hg_2O), согласно чему структура этого соединенія такова:



Присутствіе солей извести, магнезій, а также значительныхъ количествъ солей глинозема, желѣза и марганца, которыя отъ ѣдкаго кали, содержащагося въ реактивѣ Неслера, образуютъ осадки (частью окисей, частью среднихъ и основныхъ солей), маскируетъ реакцію на амміакъ и мѣшаетъ его количественному опредѣленію.

По этой причинѣ необходимо указанныя соединенія предварительно удалить осажденіемъ растворами крѣпкаго ѣдкаго натра и углекислаго натра, или прибавленіемъ сегнетовой соли (виннокислаго кали-натра) сдѣлать ихъ неосаждаемыми Неслеровскимъ реактивомъ.

Реактивы. 1) Реактивъ Неслера. Неслеровскій реактивъ готовится по одному изъ слѣдующихъ двухъ способовъ:

а) 10 грм. іодистаго калия растворяютъ въ 10 куб. сант. воды, прибавляютъ малыми порціями около 17 грм. іодистой ртути, пока послѣдняя перестанетъ растворяться; кипятятъ; къ полученной смѣси прибавляютъ растворъ 75 грм. ѣдкаго кали въ 450 куб. сант. воды, даютъ осѣсть осадку іодистой ртути и фильтруютъ черезъ прокаленный азбестъ.

б) берутъ 50 грм. іодистаго калия и растворяютъ въ 50 куб. сант. дистиллированной воды; затѣмъ растворяютъ въ горячей водѣ 30—35 грм. сулемы и прибавляютъ этотъ растворъ постепенно къ раствору іодистаго калия до тѣхъ поръ, пока яркочерный осадокъ іодистой ртути перестанетъ растворяться въ іодистомъ калии. Полученную смѣсь фильтруютъ въ цилиндръ черезъ прокаленный азбестъ, прибавляютъ растворъ 150 грм. ѣдкаго кали въ 300 куб. сант. воды, доводятъ до объема 1 литра, прибавляютъ еще 5 куб. сант. насыщеннаго раствора сулемы и даютъ отстояться въ темномъ мѣстѣ.

Приготовленный т. о. реактивъ сифономъ переливается въ темныя стеклянки и затыкается не стеклянными (заѣдаются!), а каучуковыми пробками; при продолжительномъ стояніи въ реактивѣ можетъ образоваться осадокъ, но пока самъ реактивъ безцвѣтенъ, онъ остается пригоднымъ къ дѣлу.

2) Ёдкій натръ 1:2. Отвѣшиваютъ на простыхъ вѣсахъ 20 грм. ѣдкаго натра (положить на чашку вѣсовъ бумагу!), рас-

творяють въ свѣжепрокипяченной и охлажденной дистиллированной водѣ, не содержащей амміака, доводятъ до объема въ 100 куб. сант. и фильтруютъ черезъ прокаленный азбестъ. Безцвѣтный растворъ не долженъ желтѣть отъ Неслероваго реактива и бурѣть отъ прибавленія сѣрнистаго аммонія (отсутствіе желѣза). Рекомендуются при храненіи затыкать каучуковой пробкой.

3) Сода 1 : 2. Отвѣшиваютъ 34 грм. углекислаго натра, полученнаго прокаливаніемъ двууглекислаго натра, растворяють въ дистиллированной прокипяченной и охлажденной водѣ, не содержащей амміака, доводятъ до объема 100 куб. сант. и фильтруютъ черезъ прокаленный азбестъ. Разбавленный растворъ соды (1 : 20) не долженъ желтѣть отъ реактива Неслера. Слѣды амміака изъ раствора соды могутъ быть удалены продолжительнымъ кипяченіемъ съ послѣдующимъ доведеніемъ до первоначальнаго объема. вмѣсто двууглекислаго натра можно приготовить растворъ и изъ чистаго, перекристаллизованнаго углекислаго натра ($\text{Na}_2\text{CO}_3 + 10\text{H}_2\text{O}$).

4) Сегнетова соль. Отвѣшиваютъ 50 грм. кристаллической сегнетовой соли (виннокислаго кали-натра) и растворяють въ теплой дистиллированной водѣ, доводятъ объемъ до 100 куб. сант., фильтруютъ и, прибавивъ 5 куб. сант. реактива Неслера, даютъ отстояться 2—3 дня и затѣмъ употребляютъ. Неслеровскій реактивъ прибавляется для предохраненія раствора отъ плѣсени, а также и для удаленія слѣдовъ амміачныхъ солей, которые съ трудомъ удаляются изъ растворовъ сегнетовой соли продолжительнымъ кипяченіемъ.

Подготовка воды посредствомъ осажденія щелочно-земельныхъ основаній. Отмѣряють въ цилиндръ съ притертой пробкой 250 куб. сант. изслѣдуемой воды, прибавляютъ 1 куб. сант. ѣдкаго натра (1 : 2) и 2 куб. сант. углекислаго натра (1 : 2), взбалтываютъ и даютъ осѣсть образовавшемуся осадку.

Затѣмъ берутъ пипеткой 100 куб. сант. прозрачной жидкости, переливаютъ въ простой колориметръ и прибавляютъ 2 куб. сант. реактива Неслера. Если въ водѣ содержались амміачныя соли, она окрасится, смотря по количеству ихъ, въ слабо-желтый — красно-бурый цвѣта, а при большихъ количествахъ образуется красно-бурый осадокъ іодистаго меркураммонія. Для контроля въ нѣсколькихъ пробиркахъ колориметра должна быть

налита дистиллированная вода по 100 куб. сант. и къ ней одновременно съ изслѣдуемой водой прилито по 2 куб. сант. реактива Неслера. Контрольныя пробирки должны остаться безцвѣтными.

Этимъ способомъ открываются ничтожныя количества амміачныхъ солей, до нѣсколькихъ сотыхъ миллиграммовъ въ литрѣ и потому необходимо обращать самое тщательное вниманіе, чтобы употребляемая посуда, дистиллированная вода и реактивы были свободны отъ амміака, слѣды котораго всегда содержатся въ лабораторномъ воздухѣ, стоялой дистиллированной водѣ и приготовленныхъ реактивахъ.

Подготовка изслѣдуемой воды сегнетовой солью. Въ простой колориметръ наливаютъ 100 куб. сант. изслѣдуемой воды, 2 куб. сант. раствора сегнетовой соли, взбалтываютъ и, если не образуется мути или осадка, прибавляютъ 2 куб. сант. реактива Неслера и наблюдаютъ окраску по предыдущему.

Если послѣ прибавленія сегнетовой соли вода мутнѣетъ или образуется осадокъ, это указываетъ, что вода очень жесткая и ее необходимо приготовить къ опредѣленію по способу осажденія ѣдкимъ натромъ и содою.

Желтая окраска изслѣдуемой воды мѣшаетъ открытію амміака по описанному способу. Такія воды предварительно перегоняютъ съ окисью магнія или известковымъ молокомъ и на амміакъ испытывается безцвѣтный перегонъ (см. Количественное опредѣленіе амміака по способу Фрэнклэнда и Амстронга).

Колориметрическій способъ количественнаго опредѣленія амміака.

Принципъ. Принципъ опредѣленія тотъ-же, что и при качественномъ открытіи амміака; по интенсивности желтой окраски, получаемой съ помощью реактива Неслера, судятъ о количествахъ амміачныхъ солей. Вода готовится къ изслѣдованію по одному изъ описанныхъ способовъ и самое опредѣленіе производится въ совершенно прозрачныхъ жидкостяхъ, т. к. малѣйшая муть дѣлаетъ количественныя опредѣленія колориметрическимъ путемъ не вѣрнымъ. Поэтому, если въ изслѣдуемой водѣ отъ Неслероваго реактива получится осадокъ іодистаго меркураммонія, такую воду необходимо соотвѣтственно развести дистиллированной

водой и цилиндръ колориметра нѣсколько разъ сполоснуть изслѣдуемой водой.

Шаблономъ служить опредѣленный растворъ хлористаго аммонія. Предложены также болѣе постоянные шаблоны: шкала изъ бумаги для колориметра Кенига (удобенъ для техническихъ цѣлей, рис. 45); шаблоны изъ хлороплатината калия (2KCl.PtCl_4) съ хлористымъ кобальтомъ ($\text{CoCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$). (Ср. Опредѣленіе окраски воды на стр. 84).

Реактивы. Кромѣ реактивовъ, приготовленіе которыхъ указано выше, для количественнаго опредѣленія амміака, необходимо приготовить шаблонный растворъ хлористаго аммонія изъ перекристаллизованнаго и высушеннаго при 100°C . хлористаго аммонія, содержащій въ 1 куб. сант. 1 mgrm. NH_3 . Навѣска рассчитывается изъ соотношеній:

NH_4Cl	NH_3	$x : 53,5 = 1 : 17$
53,5	17	$x = 3,147 \text{ грм. на } 1000 \text{ куб. сант. воды.}$

Для опредѣленія берутъ 50 куб. сант. вышеприведеннаго раствора и разводятъ до 1000 куб. сант. и т. о. получаютъ растворъ, который содержитъ въ 1 куб. сант. 0,05 mgrm. NH_3 .

Необходимо обращать вниманіе, чтобы дистиллированная вода не содержала амміака.

Ходъ опредѣленія. Если изслѣдуемая вода безцвѣтна, наливаютъ 250 куб. сант. ея въ цилиндръ съ притертой пробкой и готовятъ къ опредѣленію прибавленіемъ ѣдкаго натра съ углекислымъ натромъ, или сегнетовой солью точно такъ, какъ это описано при качественномъ открытіи амміака, и затѣмъ 100 куб. сант. прозрачной воды пипеткой наливаютъ въ пробирку простого колориметра, а въ другія пробирки колориметра наливаютъ шаблоннаго раствора хлористаго аммонія, содержащаго въ 1 куб. сант. 0,05 mgrm. амміака:

- въ № 1—0,1 куб. сант.
- „ № 2—0,2 „ „
- „ № 3—0,3 „ „
- „ № 4—0,4 „ „

и т. д.,

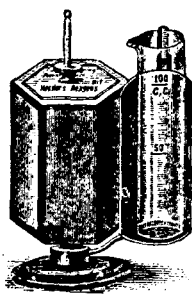


Рис. 45. Приборъ Кенига для опредѣленія амміака.

доливаютъ до 100 куб. сант. (до мѣтки) и, заткнувъ пробкой, хорошо смѣшиваютъ. Затѣмъ одновременно приливаютъ въ пробирку съ изслѣдуемой водой и въ пробирки съ хлористымъ аммоніемъ по 2 куб. сант. раствора Неслера, вторично взбалтываютъ и черезъ 10 минутъ, вынувъ пробки и освѣтивъ снизу зеркаломъ смотрятъ сверху, сравниваютъ окраску изслѣдуемой воды съ окраской шаблонныхъ пробирокъ съ хлористымъ аммоніемъ и среди послѣднихъ находятъ вполне подходящую по интенсивности къ изслѣдуемой водѣ.

Примѣръ. Окраска 100 куб. сант. изслѣдуемой воды получилась точно такого-же цвѣта, какой былъ въ пробиркѣ, содержащей хлористаго аммонія 0,4 куб. сант. (№ 4). Слѣдовательно, въ 100 куб. сант. изслѣдуемой воды содержится $0,05 \times 0,4 = 0,02$ мгрм. амміака, а въ литрѣ воды $-0,02 \times 10 = 0,20$ мгрм.

Способъ Фрэнклэнда и Амстронга.

Принципъ. Въ водѣ, окрашенной въ желтый цвѣтъ, амміакъ не можетъ быть опредѣленъ количественно колориметрически посредствомъ Неслероваго реактива. Въ такихъ случаяхъ необходимо предварительно получить амміакъ въ перегонѣ съ соблюденіемъ слѣдующихъ условій.

Ходъ опредѣленія. Въ реторту въ 500—700 куб. сант. вливаютъ 200 куб. сант. свѣжей дистиллированной воды; прибавляютъ къ ней кусочковъ прокаленной пемзы и нѣсколько куб. сант. известковой воды, или небольшое количество прокаленной магнезии, и перегоняютъ черезъ холодильникъ Либиха въ колбу, градуированную на 100 куб. сант. Реторта къ холодильнику и холодильникъ къ аллонжѣ должны быть шлифованы. Первая порція перегона обыкновенно содержитъ амміакъ, находившійся въ дистиллированной водѣ, поэтому ее выливаютъ. Затѣмъ продолжаютъ перегонять до тѣхъ поръ, пока не получаютъ 100 куб. сант. перегона, совершенно не дающаго реакціи на амміакъ съ реактивомъ Неслера.

Убѣдившись такимъ образомъ, что оставшаяся въ ретортѣ вода и реактивы совершенно свободны отъ амміака, въ реторту быстро вливаютъ 100 куб. сант. изслѣдуемой воды и отгоняютъ 100 куб. сант. перегона. Въ этомъ перегонѣ опредѣляютъ количество амміака колориметрически, напр., въ колориметрѣ Вольфа. Въ одинъ изъ цилиндровъ колориметра Вольфа наливаютъ 100

куб. сант. подготовленной изслѣдуемой воды, или 100 куб. сант. ея перегона, въ другой вливаютъ 2 куб. сант. шаблонаго раствора нашатыря, разводятъ свободной отъ амміака дистиллированной водой до мѣтки 100 куб. сант. и хорошо перемѣшиваютъ стеклянной палочкой. Затѣмъ одновременно въ оба цилиндра прибавляютъ еще по 2 куб. сант. раствора Неслера и снова хорошо перемѣшиваютъ стеклянными палочками; смотря сверху внизъ, выравниваютъ окраску, выпуская изъ шаблонаго цилиндра въ подставленный стаканчикъ по каплямъ жидкость до тѣхъ поръ, пока интенсивность окраски въ обоихъ цилиндрахъ не будетъ одна и та же. Шаблонъ удобнѣе приготавливать такимъ, чтобы онъ послѣ прибавленія реактива Неслера окрасился интенсивнѣе изслѣдуемой воды. Объемъ жидкости въ каждомъ изъ цилиндровъ равняется 100 куб. сант.

Примѣръ. Окраски цилиндровъ выравнились тогда, когда въ шаблонномъ цилиндрѣ изъ 102 куб. сант. осталось 25 куб. сант.

Въ 102 куб. сант. шаблона содержалось 2 куб. сант. раствора хлористаго аммонія, что соотвѣтствуетъ $0,05 \times 2 = 0,1$ мгрм. NH_3 , слѣдовательно въ 25 куб. сант. шаблонаго раствора содержится $0,1 : 102 \times 25 = 0,025$ мгрм. NH_3 ; столько-же амміака содержится и въ 100 куб. сант. изслѣдуемой воды, а въ литрѣ ея: $0,025 \times 10 = 0,25$ мгрм. NH_3 .

Органическій азотъ.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, чтобы получить болѣе подробное представленіе о природѣ органическихъ веществъ, находящихся въ питьевой водѣ, а вмѣстѣ съ тѣмъ и о характерѣ загрязненія ея, опредѣляютъ количество азота, находящагося въ органическихъ веществахъ, растворенныхъ въ водѣ.

Опредѣленіе по способу Кьельдаля органическаго азота вмѣстѣ съ амміачными солями, но безъ азота азотно- и азотистокислыхъ солей.

Принципъ. Органическія вещества, содержащія азотъ, разрушаются одной крѣпкой сѣрной кислотой, или въ смѣси съ ангидридомъ фосфорной кислоты, феноломъ и др., въ присутствіи металлической ртути, хлорной платины, сѣрнокислой мѣди и нѣк. др. веществъ, способствующихъ скорѣйшему разложенію органи-

ческих азотистыхъ веществъ и превращенію органическаго азота въ сѣрноокислый аммоній; затѣмъ изъ сѣрноокислаго аммонія амміакъ вытѣсняется ѣдкой щелочью, перегоняется, улавливается въ сѣрную кислоту и опредѣляется титрованіемъ.

Ислѣдуемая вода выпаривается до малаго объема съ сѣрной кислотой, поэтому азотъ амміачныхъ солей, если таковыя въ водѣ имѣлись, не улетаетъ и опредѣляется вмѣстѣ съ органическимъ азотомъ.

Что-же касается азота азотнокислыхъ и азотистокислыхъ солей, то при концентрированіи ислѣдуемой воды и особенно при послѣдующемъ продолжительномъ кипяченіи сѣрная кислота вытѣсняетъ азотную и азотистую кислоты и большая часть послѣднихъ улетаетъ, а часть превращается въ амміакъ.

Реактивы. 1) Растворъ Кулиша. Отмѣриваютъ 250 куб. сант. чистой концентрированной сѣрной кислоты въ фарфоровую чашку и прибавляютъ небольшими порціями подъ тягой при частомъ помѣшиваніи 50 грм. ангидрида фосфорной кислоты (P_2O_5), причемъ сѣрная кислота сильно нагревается и выдѣляются бѣлыя удушливыя пары. По охлажденіи прозрачную жидкость осторожно сливаютъ съ осадка или фильтруютъ черезъ азбестъ и сохраняютъ въ стеклянкѣ съ притертой пробкой.

2) $\frac{1}{10}$ норм. сѣрная кислота, титръ которой устанавливается вѣсовымъ путемъ, или по $\frac{1}{10}$ норм. раствору углекислаго натра.

3) Индикаторы: а) метилоранжъ 1:100 ч. воды; б) $\frac{1}{200}$ -ный спиртовый растворъ розоловой кислоты и с) $\frac{1}{60}$ -ный растворъ кошенили.

4) $\frac{1}{10}$ норм. углекислый натръ для установки титра сѣрной кислоты.

5) $\frac{1}{10}$ норм. ѣдкій натръ; устанавливается по $\frac{1}{10}$ норм. сѣрной кислотѣ.

6) Концентрированный растворъ ѣдкаго натра 1:2, или ѣдкаго кали 1:1 для нейтрализаціи кислотъ и вытѣсненія амміака при перегонкѣ. Предварительнымъ опытомъ необходимо опредѣлить, осторожнымъ приливаніемъ кислоты къ щелочи (сильное нагреваніе), сколько куб. сант. щелочи идетъ на усредненіе 20 куб. сант. смѣси Кулиша до полученія яснощелочной реакціи на лакмусъ. Для этого требуется раствора ѣдкаго натра отъ 60 до 70 куб. сант., а ѣдкаго калия отъ 100 куб. сант. Примѣненіе ѣдкаго натра значительно дешевле, но перегонка идетъ менѣе

спокойно (толчки), чѣмъ при ѣдкомъ кали; значительный избытокъ ѣдкихъ щелочей служить самой частой причиной сильныхъ толчковъ во время перегонки и неудачъ опредѣленія.

7) Насыщенный растворъ сѣрнистаго калия. Растворяютъ 1 ч. продажнаго сѣрнистаго калия (K_2S) въ $1\frac{1}{2}$ ч. дистиллированной воды, даютъ отстояться въ теченіе 3 часовъ, фильтруютъ и получаютъ желтый прозрачный растворъ.

8) Парафинъ въ формѣ стружекъ, или талькъ въ порошокъ для устраненія толчковъ при перегонкѣ.

9) Металлическая ртуть, которую отмѣряютъ узкой цилиндрической пипеткой по 1 грам.

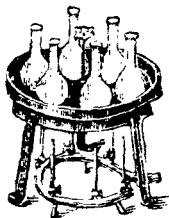


Рис. 46. Штативъ для разрушенія органическихъ веществъ по способу Кьельдаля.

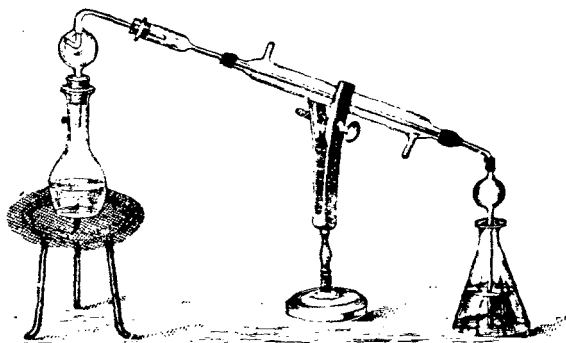


Рис. 47. Приборъ для перегонки амміака при опредѣленіи органическаго азота по Кьельдалю.

Ходъ опредѣленія. Берутъ литръ изслѣдуемой воды, подкисляютъ сѣрной кислотой, концентрируютъ до малаго объема и пробуютъ на нитриты и нитраты; если послѣднихъ значительное количество, возстановляютъ сѣрнистой кислотой нитраты въ нитриты, а послѣдніе удаляютъ прибавленіемъ хлорной закиси желѣза ($FeCl_2$) въ видѣ окиси азота (NO). Затѣмъ переливаютъ содержимое изъ чашки въ окислительную колбу Кьельдаля, вливаютъ 20 куб. сант. смѣси Кулиша, и для ускоренія окисленія нѣсколько капель металлической ртути. Колбочка съ содержимымъ ставится на сѣтку или въ чашку съ пескомъ, нагревается бунзеновской горѣлкой до кипѣнія, которое поддерживается до полного разрушенія органическихъ веществъ (рис. 46); полное обезцвѣчиваніе жидкости въ колбѣ указываетъ на конецъ реакціи и на превращеніе азота органическихъ веществъ въ амміачную соль сѣрной кислоты. По окончаніи окисленія колбѣ даютъ вполнѣ

остыть, переливаютъ содержимое ея въ большую колбу (800—1000 куб. сант.), нѣсколько разъ споласкивая окислительную колбочку несодержащей амміака дистиллированной водой для удаленія образовавшагося послѣ окисленія осадка, съ расчетомъ, чтобы всей жидкости въ большой колбѣ не было больше 300—400 куб. сант. Для осажденія ртути и разрушенія ея амидныхъ соединеній къ кислой смѣси въ большую колбу прибавляютъ 10 куб. сант. насыщеннаго раствора сѣрнистаго калия и, затѣмъ, кипятятъ 15—20 мин., до полного исчезновенія запаха сѣроводорода, убѣждаясь въ послѣднемъ обоняніемъ. При этомъ вся ртуть въ видѣ черной сѣрнистой ртути выпадаетъ на дно колбы, весь амидный азотъ остается въ растворѣ. Охладивши жидкость въ колбахъ вполнѣ, соединяютъ ихъ съ холодильникомъ и для устраненія толчковъ прибавляютъ 1—2 грамма парафина, или талька; затѣмъ, бросивъ передъ самой перегонкой въ колбу красную лакмусовую бумажку, быстро вливаютъ конц. растворъ ѣдкаго кали до ясно щелочной реакціи, вновь затыкаютъ каучуковой пробкой и соединяютъ съ холодильникомъ (рис. 47 и 50). Послѣ всѣхъ описанныхъ манипуляцій содержимое колбы кипятится на сѣткѣ и весь амміакъ, вмѣстѣ съ парами воды, перегоняется въ особые сосуды-приемники (рис. 48 и 49), или обыкновенныя колбы въ 200—300 куб. сант., въ которыя заранее налито по 25 куб. сант. $\frac{1}{10}$ норм. сѣрной кислоты. До начала перегона къ кислотѣ прибавляютъ 10—15 капель раствора кошенили, или 5 капель розоловой кислоты. Послѣдній индикаторъ можно употреблять только тогда, когда соблюдены всѣ описанныя условія и перегонъ совершенно прозраченъ и свободенъ отъ сѣроводорода. Конецъ отводной трубки (аллонжи) долженъ быть погруженъ въ кислоту. Когда дистиллатъ перестанетъ имѣть щелочную реакцію на лакмусовую бумажку, перегонку прекращаютъ, отводную трубочку разъединяютъ съ холодильникомъ и, вынувъ изъ перегона, споласкиваютъ небольшимъ количествомъ дистиллированной воды, которую присоединяютъ къ перегону; сѣрную кислоту въ приемникѣ для перегона титруютъ $\frac{1}{10}$ норм. растворомъ ѣдкаго натра до появленія щелочной реакціи.

Если во время перегонки реакція жидкости въ приемникѣ изъ кислой превратится въ щелочную, опредѣленіе нужно начинать вновь и брать для вторичнаго опредѣленія большій объемъ титрованной сѣрной кислоты.

Примѣръ. Было взято 25 куб. сант. $\frac{1}{10}$ норм. сѣрной ки-

слоты, что соотвѣтствуетъ 25 куб. сант. $\frac{1}{10}$ норм. ѣдкаго натра. Послѣ перегона на титрованіе сѣрной кислоты пошло 15 куб. сант. $\frac{1}{10}$ норм. ѣдкаго натра, слѣдовательно $25 - 15 = 10$ куб. сант. сѣрной кислоты было нейтрализовано амміакомъ, образовавшимся изъ органическихъ веществъ воды и амміачныхъ солей.

1 куб. сант. $\frac{1}{10}$ норм. сѣрной кислоты соотвѣтствуетъ:

$$\frac{\text{NH}_3}{10} = \frac{17}{10} = 1,7 \text{ mgrm. NH}_3, \text{ или } = \frac{\text{N}}{10} = \frac{14}{10} = 1,4 \text{ mgrm. N.}$$

Слѣдовательно 10 куб. сант. $\frac{1}{10}$ норм. кислоты соотвѣтствуютъ $1,7 \times 10 = 17$ mgrm. NH_3 , или 14 mgrm. N въ 1 литрѣ воды.



Рис. 48. Фляжка Пелиго.



Рис. 49. Колба для улавливанія амміака.

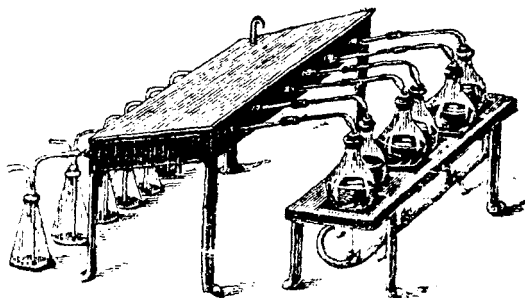


Рис. 50. Приборъ для перегонки амміака при опредѣленіи азота по Кьельдалю.

Если нужно знать отдѣльно органическій азотъ и азотъ амміачныхъ солей, послѣдній опредѣляютъ въ отдѣльной порціи и вычитаютъ изъ общаго количества азота.

Въ виду того, что въ питьевой водѣ обыкновенно содержится мало органическихъ соединений, трудно поддающихся разрушенію, вмѣсто ртути можно употреблять сѣрнокислую мѣдь (0,1—0,2 грм.) и меньшія количества смѣси Кулиша. При замѣнѣ ртути сѣрнокислой мѣдью, которая не образуетъ амидныхъ соединений, отпадаетъ операція прибавленія сѣрнистаго калия съ послѣдующимъ кипяченіемъ, а непосредственно послѣ окисленія прибавляется ѣдкая щелочь и начинается перегонка. При большомъ количествѣ опредѣлений необходимы спеціальныя приборы для одновременнаго окисленія и перегонки нѣсколькихъ пробъ (рис. 46 и 50).

Въ настоящее время имѣются въ продажѣ окислительныя колбы для способа Кьельдаля такихъ размѣровъ, что послѣ раз-

рушенія органическихъ веществъ не требуется переливать жидкости, а можно вести перегонку амміака въ этихъ окислительныхъ колбахъ.

Колориметрическое опредѣленіе органическаго азота по способу Кьельдаля.

При маломъ содержаніи азотсодержащихъ органическихъ веществъ въ изслѣдуемой водѣ, иногда не удастся опредѣлить органическій азотъ объемнымъ способомъ: улавливаніемъ въ титрованную сѣрную кислоту и обратнымъ титрованіемъ ѣдкой щелочью. Въ такихъ случаяхъ предложено опредѣлять органическій азотъ по Кьельдалю колориметрически (проф. Коршунъ и Рубнеръ¹⁾)

Разрушивъ органическія вещества въ 200—1000 куб. сант. воды по Кьельдалю, переливаютъ содержимое окислительной колбы въ измѣрительную колбу въ 250 куб. сант., сполоснувъ нѣсколько разъ окислительную колбу дистиллированной водой не содержащей амміака, затѣмъ осторожно приливаютъ 25% растворъ соды до прекращенія выдѣленія осадка и до слабо щелочной реакціи; приливъ еще нѣсколько куб. сант. 15% раствора соды, разводятъ до 250, даютъ отстояться и въ прозрачной жидкости опредѣляютъ амміакъ Неслеровскимъ реактивомъ съ соблюденіемъ описанныхъ при опредѣленіи амміака условий.

Опредѣленіе идетъ не гладко вслѣдствіе образованія мути. Во избѣжаніе послѣдняго затрудненія, можно опредѣлять амміакъ въ дистиллятѣ (см. способъ Фрэнклэнда и Амстронга, стр. 134).

Совмѣстное опредѣленіе органическаго и минеральнаго азота по Кьельдалю-Юдлбауэру.

При опредѣленіи органическаго азота вмѣстѣ съ азотомъ амміачныхъ соединений и солей азотистой и азотной кислоты, для разрушенія азотсодержащихъ соединений вмѣсто смѣси Кулиша примѣняютъ смѣсь конц. сѣрной кислоты съ феноломъ въ присутствіи цинковой пыли. При этомъ нитриты и нитраты переходятъ въ нитросоединенія (нитрофеноль), которыя цинковой пылью возстановляются сначала въ амидосоединеніе (амидофеноль), а

¹⁾ Arch. f. Hygiene, Bd. 62, стр. 100, 1907.

этотъ послѣдній кипяченіемъ съ сѣрной кислотой переводится въ амміакъ вмѣстѣ съ азотомъ органическихъ веществъ.

Реактивы. 1) Смѣсь сѣрной кислоты у. в. 1,84 и фенола (5 частей на 100 ч. кислоты).

2) Цинковая пыль.

3) Сѣрноокислая мѣдь.

Остальные реактивы тѣ-же, что и при опредѣленіи азота по Кьельдалю (стр. 135).

Ходъ опредѣленія. Выпариваютъ литръ и болѣе изслѣдуемой воды, подкисливъ сѣрной кислотой, до 30 куб. сант.; охладивъ, прибавляютъ: 25 куб. сант. феноло-сѣрной смѣси, 2,5 грм. цинковой пыли, 0,2 грм. сѣрноокислой мѣди и пемзы; смѣсь кипятятъ до появленія слабо зеленой окраски, переливаютъ въ перегонную колбу, прибавляютъ 150—200 куб. сант. воды и послѣ прибавленія конц. раствора ѣдкаго натра, амміакъ перегоняютъ въ титрованную сѣрную кислоту и опредѣляютъ по предыдущему.

Жесткость воды.

При выборѣ воды для питья болѣшая или меньшая ея жесткость играетъ весьма большую роль и, при прочихъ равныхъ условіяхъ, мягкая вода, т. е. содержащая мало солей извести и магнезій (щелочноземельныхъ металловъ), имѣетъ много практическихъ преимуществъ передъ жесткой, хотя, въ случаѣ необходимости, населеніе можетъ употреблять для питья и очень жесткую воду.

Жесткость воды принято обозначать условными единицами—„градусами жесткости“, которые въ различныхъ странахъ неодинаковы.

Градусъ жесткости нѣмецкій = 0,01 грм. СаО въ 1 литрѣ воды.

„ „ французскій = 0,01 „ СаСО₃ „ „ „ „

„ „ англійскій = 0,014 „ СаСО₃ „ „ „ „

(1 гранъ на галлонъ воды).

Слѣдовательно:

1° жесткости нѣмецкій = 1,79 французскаго = 1,25 англійскаго

1° „ французскій = 0,56 нѣмецкаго = 0,7 англійскаго

1° „ англійскій = 0,8 нѣмецкаго = 1,43 французскаго

Содержаніе солей кальція и магнеія въ сырой водѣ называется общей жесткостью; содержаніе этихъ солей въ той-же

водѣ послѣ кипяченія—постоянной жесткостью; разница между постоянной и общей жесткостью называется устранимой, потому что получается вслѣдствіе устраненія кипяченіемъ двууглекислыхъ солей извести и магнезій въ формѣ нерастворимыхъ углекислыхъ солей.

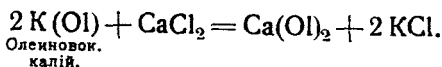
Дѣленіе питьевой воды по жесткости на категоріи весьма условно; обыкновенно мягко й называютъ воду, имѣющую общую жесткость менѣе 10 нѣм. градусовъ жесткости; умеренно-жесткой—отъ 10 до 20° и очень жесткой—воду болѣе, чѣмъ съ 20° нѣм. градусами.

Для опредѣленія жесткости въ нѣм. град. результаты анализа выражаются въ безводной окиси кальція (CaO); при этомъ, если отдѣльно отъ окиси кальція была опредѣлена магнезія (MgO), то она перечисляется на окись кальція умноженіемъ на коэффициентъ:

$$\frac{\text{CaO}}{\text{MgO}} = \frac{56}{40} = 1,4.$$

Способы опредѣленія жесткости спиртовымъ растворомъ мыла.

Принципъ. Для опредѣленія солей кальція и магнезіи посредствомъ титрованія мыльнымъ растворомъ предложено нѣсколько способовъ съ большимъ количествомъ видоизмѣненій; въ основѣ этихъ способовъ лежитъ одно и то-же эмпирическое наблюденіе: растворы мыла съ жесткими водами сначала даютъ муть или хлопчатый осадокъ и не даютъ пѣны; послѣдняя появляется только тогда, когда соли извести и магнезій будутъ осаждены мыломъ. При изученіи этого явленія выяснилось, что образующійся при указанныхъ условіяхъ въ жесткой водѣ осадокъ состоитъ изъ трудно растворимыхъ въ водѣ олеиновокислыхъ солей извести и магнезій и происходящая при этомъ реакція можетъ быть выражена схематически слѣдующимъ равенствомъ [олеиновая кислота, $\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$, въ формулахъ обозначена для кратности черезъ (Ol)].

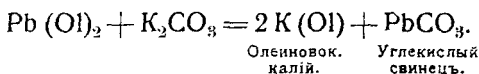


Вслѣдствіе того, что реакція идетъ по указанному равенству не при всѣхъ концентраціяхъ, при мыльной пробѣ необходимо соблюдать цѣлый рядъ условій, установленныхъ эмпирически авторами, выработавшими эти способы: Бутрономъ и Буде,

Клэркомъ (Klark), а также видоизмѣнившими способъ Клэрка: Файстомъ (Faisst) и Кнаусомъ, Вильсономъ, Винклеромъ и Блахеромъ (1913 г.).

Опредѣленіе жесткости по способу Клэрка съ видоизмѣненіями Файста и Кнауза.

Реактивы. 1) Растворъ 20 грм. калийнаго мыла въ 1 литръ 56% спирта. Калийное (медицинское) мыло готовятъ изъ олеиновокислаго свинца (свинцоваго мыла) и углекислаго калия (потаха); реакція идетъ по слѣдующей схемѣ:



Образовавшееся калийное мыло отдѣляютъ отъ углекислаго свинца раствореніемъ въ спиртѣ.

Исходнымъ веществомъ служитъ обыкновенный свинцовый пластырь (*Emplastrum lithargiri simplex*). На обыкновенныхъ вѣсахъ отвѣшиваютъ 150 грм. свинцоваго пластыря и 40 грм. мелко растертаго углекислаго калия; расплавляютъ пластырь въ фарфоровой ступкѣ, на водяной банѣ и, не снимая съ бани, растираютъ съ пластыремъ прибавляемый малыми порціями углекислый калий, пока не получится густая, совершенно однородная масса (попробовать растереть между пальцами). Затѣмъ массу повторно извлекаютъ 95% спиртомъ, взбалтывая въ цилиндрѣ съ притертой пробкой; янтарный растворъ мыла послѣ отстаиванія фильтруютъ и выпариваютъ на водяной банѣ до суха. Отвѣшиваютъ полученнаго т. о. калийнаго мыла 20 грм., растворяютъ въ литровой колбѣ въ 56% по объему спирта (у. в. 0,9226) и доливаютъ этимъ же-спиртомъ до мѣтки.

При растираніи въ ступкѣ необходимо защитить руки отъ пара полотенцемъ и полезно, для облегченія растиранія, время отъ времени приливать немного крѣпкаго спирта.

2) Растворъ азотнокислаго барія $[\text{Ba}(\text{NO}_3)_2]$; перекристаллизованнаго и высушеннаго при 100° вещества отвѣшиваютъ 0,559 грм. и растворяютъ въ литрѣ дистиллированной воды; 100 куб. сант. этого раствора соотвѣтствуютъ 12 нѣм. град. жесткости (CaO). Навѣска высчитывается изъ слѣдующихъ соотношеній:

$$\begin{array}{ccc} (\text{BaNO}_3)_2 & \text{CaO} & x : 261 = 0,12 : 56 \\ 261 & 56 & x = \frac{261 \times 0,12}{56} = 0,559. \end{array}$$

Титръ мыла устанавливають т. о., чтобы 45 куб. сант. соотвѣтствовали 100 куб. сант. раствора азотнокислаго барія, что эквивалентно 12 мгрм. окиси кальція (CaO) и 12 нѣм. град. жесткости.

Полученные результаты титрованія не слѣдуетъ умножать на 10 для перечисленія на градусы, т. е. на литръ, т. к. взятые для установки титра и для опредѣленія объема одинаково уменьшены въ 10 разъ. Т. о. 45 куб. сант. мыльного раствора точно соотвѣтствуютъ 12 нѣм. град. жесткости при титрованіи 100 куб. сант. воды, или такого-же объема эквивалентнаго раствора азотнокислаго барія.

Установка титра мыльного раствора. Въ стеклянку съ притертой пробкой въ 250—300 куб. сант. отмѣриваютъ 100 куб. сант. вышеуказаннаго раствора азотнокислаго барія и прибавляютъ изъ бюретки раствора мыла въ началѣ небольшими порціями, а въ концѣ по каплямъ до тѣхъ поръ, пока въ стеклянкѣ, положенной на бокъ, не образуется сплошной слой ровной мелкопузырчатой пѣны, не исчезающей при спокойномъ лежаніи стеклянки въ теченіе 5 минутъ. Послѣ приливанія каждой порціи мыльного раствора, заткнувъ пробкой, стеклянку встряхиваютъ сильными и однообразными взмахами руки снизу вверхъ.

Если мыльного раствора для полученія прочной пѣны требуется менѣе 45 куб. сант., то его соотвѣтственно разводятъ спиртомъ (56°). Разведенный мыльный растворъ долженъ быть совершенно прозраченъ и почти безцвѣтенъ.

Примѣръ. На 100 куб. сант. титрованнаго азотнокислаго барія израсходовано 15 куб. сант. концентрированнаго раствора мыла и получилась характерная пѣна. Чтобы получить надлежащее разведеніе, необходимо прибавить на каждые 15 куб. сант. мыльного раствора 30 куб. сант. спирта или на 100 объемовъ мыла 200 объемовъ спирта. При разведеніи мыльного раствора никогда не слѣдуетъ приливать разомъ всего вычисленнаго объема спирта, чтобы не получить его слабѣе, чѣмъ нужно, а процентовъ на 10—15 меньше. Въ нашемъ примѣрѣ берутъ въ измѣрительный цилиндръ съ пробкой 100 куб. сант. концентрированнаго раствора и прибавляютъ не 200, а 185—190

куб. сант. спирта, взбалтываютъ, наливаютъ въ бюретку и еще разъ титруютъ 100 куб. сант. раствора азотнокислаго барія, прибавляя въ началѣ сразу по 10 куб. сант., затѣмъ 5, 3, 1 куб. сант. и заканчивая титрованіе по каплямъ до полученія характерной прочной, однородной пѣны, не исчезающей въ теченіе 5 мин. Послѣ приливанія каждой порціи мыла стеклянка встряхивается, кладется на бокъ и т. д. по предыдущему.

Разведеніе мыльного раствора и его установка повторяются до тѣхъ поръ, пока не получаютъ точнаго соотношенія 45 куб. сант. мыльного раствора = 100 куб. сант. азотнокислаго барія = 12 нѣм. градусамъ жесткости.

Ходъ опредѣленія общей жесткости воды. Въ три совершенно одинаковыя стеклянки (въ 250—300 куб. сант.) съ притертыми пробками отмѣриваютъ: въ одну—100 куб. сант. изслѣдуемой воды, въ другую—50 куб. сант. изслѣдуемой и 50 дистиллированной (1 : 1) и въ третью—25 куб. сант. изслѣдуемой воды и 75 дистиллированной (2 : 3) и титруютъ, начиная съ первой, установленнымъ мыльнымъ растворомъ, прибавляя его по каплямъ съ соблюденіемъ остальныхъ условій, указанныхъ при установкѣ титра, до появленія характерной пѣны, не исчезающей въ теченіе 5 минутъ.

Опредѣленіе повторяютъ, приливая найденный объемъ мыла возможно быстро. Для опредѣленія жесткости изслѣдуемая вода неизвѣстнаго состава всегда берется въ нѣсколькихъ разведеніяхъ вслѣдствіе того, что опредѣленіе жесткости мыльнымъ растворомъ въ жесткихъ водахъ, особенно, если онѣ богаты магnezіальными солями, даетъ результаты значительно ниже истинныхъ (иногда вдвое!). Если разница въ титрованіи двухъ послѣдовательныхъ разведеній воды, напр., 1 : 1 и 1 : 3, не превышаетъ 2 нѣм. град. жесткости, то считаютъ опредѣленіе законченнымъ и высчитываютъ изъ нихъ среднюю (Ку в а л д и н ъ). Если разница больше, разводятъ воду еще сильнѣе и продолжаютъ опредѣленіе. Согласно опыту нашей лабораторіи, для устраненія указанныхъ ошибокъ достаточно брать для опредѣленія жесткости первоначальную воду и два разведенія 1 : 1 и 1 : 3. Жесткія воды легко узнаются по образованію ко ж и с т о й, плотной, долго не исчезающей пѣны уже послѣ приливанія первыхъ порцій мыльного раствора и встряхиванія.

При надлежащемъ навыкѣ можно опредѣлить по Клэрку жесткость воды, отличающуюся менѣе, чѣмъ на 1⁰ жесткости отъ

жесткости, высчитанной на основаніи вѣсового опредѣленія солей кальція и магнія.

Примѣръ. Вслѣдствіе того, что реакція между мыломъ и солями извести и магnezіи нѣсколько уклоняется отъ теоретической, результаты опредѣленія жесткости по Клэрку высчитываютъ по расходу мыльнаго раствора на основаніи таблицы.

Таблица Файста и Кнауфа
для пересчета мыльнаго раствора на нѣм. градусы
жесткости.

Количества израс- ходованнаго мыль- наго раствора въ куб. сант.	Соотвѣтствующая жесткость въ нѣм. градусахъ.
3,4	0,5 ⁰
5,4	1,0 ⁰
7,4	1,5 ⁰
9,4	2,0 ⁰

Разница въ 1 куб. сант. мыльнаго раствора = 0,25 градуса жесткости.

11,3	2,5 ⁰
13,2	3,0 ⁰
15,1	3,5 ⁰
17,0	4,0 ⁰
18,9	4,5 ⁰
20,8	5,0 ⁰

Разница въ 1 куб. сант. мыльнаго раствора = 0,26 градуса жесткости.

22,6	5,5 ⁰
24,4	6,0 ⁰
26,2	6,5 ⁰
28,0	7,0 ⁰
29,8	7,5 ⁰
31,6	8,0 ⁰

Разница въ 1 куб. сант. мыльнаго раствора = 0,277 градуса жесткости.

33,3	8,5 ⁰
35,0	9,0 ⁰
36,7	9,5 ⁰
38,4	10,0 ⁰
40,1	10,5 ⁰
41,8	11,0 ⁰

Разница въ 1 куб. сант. мыльнаго раствора = 0,294 градуса жесткости

43,4

45,0

11,5°

12,0°

Разница въ 1 куб. сант. мыльнаго раствора = 0,31 градуса жесткости.

Допустимъ, что у насъ на 100 куб. сант. неразведенной воды до получения стойкой пѣны израсходовано 28,5 куб. сант. мыльнаго раствора. Отыскиваемъ въ таблицѣ соотвѣтствующую цифру и находимъ въ ней двѣ подходящихъ: одну 28,0, другую 29,8 куб. сант., и два соотвѣтствующіе этимъ цифрамъ градуса жесткости — 7° и 7,5°. Слѣдовательно жесткость нашей воды лежитъ между 7 и 7,5 нѣм. градусами жесткости. Чтобы высчитать жесткость точнѣе, находимъ разницу между объемомъ израсходованнаго мыла и меньшей изъ двухъ цифръ, найденныхъ въ таблицѣ: $28,5 - 28 = 0,5$ куб. сант. мыльнаго раствора. Въ таблицѣ, въ столбцѣ, соотвѣтствующемъ расходу мыльнаго раствора отъ 22,6, до 31,6 куб. сант., находимъ, что разница въ 1 куб. сант. мыльнаго раствора соотвѣтствуетъ 0,277 нѣм. градуса жесткости, поэтому найденная нами разница въ 0,5 куб. сант. мыльнаго раствора соотвѣтствуетъ $\frac{0,277}{2} = 0,14$ нѣм. градуса; эту величину слѣдуетъ прибавить къ найденной въ таблицѣ жесткости въ 7°, соотвѣтствующей расходу мыла въ 28 куб. сант. Т. о. жесткость изслѣдуемой воды, соотвѣтствующая израсходованнымъ на опредѣленіе ея 28,5 куб. сант. мыла, будетъ равна 7,14 нѣм. градусамъ.

Аналогичнымъ способомъ можно вести расчеты, исходя изъ другой цифры таблицы—29,8 куб. сант. мыльнаго раствора, соотвѣтствующей 7,5 град. жесткости; $29,8 - 28,5 = 1,3$; 1 куб. сант. мыльнаго раствора = 0,277; $1,3 \times 0,277 = 0,36$; вычитая эту цифру изъ 7,5, получаютъ 7,14 нѣм. град. жесткости. Отбросивъ второй десятичный знакъ, принимаютъ жесткость изслѣдованной воды = 7,1 нѣм. град.

Если изслѣдуемая вода для опредѣленія жесткости была разведена дистиллированной водой, пересчетъ расхода мыла на градусы жесткости дѣлается, какъ описано, по таблицѣ и затѣмъ найденное число градусовъ умножается на коэффициентъ разведенія. Результаты вычисленія будутъ неправильны, если помножить на коэффициентъ разведенія израсходованный объемъ мыльнаго раствора и полученный т. о. объемъ переводить по таблицѣ на градусы жесткости.

Опредѣленіе постоянной жесткости. Отмѣриваютъ 500 куб.

сант. изслѣдуемой воды въ колбу, отмѣчаютъ уровень ея стоянія цвѣтнымъ карандашемъ и кипятятъ въ теченіе 1 часа, подливая время отъ времени дистиллированной воды до мѣтки. По окончаніи кипяченія и охлажденія, объемъ воды доводятъ дистиллированной водой точно до мѣтки, фильтруютъ черезъ сухой фильтръ и берутъ для опредѣленія жесткости 100 куб. сант.

Опредѣленіе постоянной жесткости производится точно такъ же, какъ и общей.

Присутствіе въ изслѣдуемой водѣ очень большихъ количествъ гуминовыхъ кислотъ понижаетъ результаты опредѣленія жесткости мыломъ на 3—4 нѣм. град. (Б. Фишеръ).

Опредѣленіе жесткости воды по Винклеру.

Принципъ. Винклеръ ¹⁾ видоизмѣнилъ опредѣленіе жесткости мыльной пробой и далъ возможность опредѣлять соли извести и магнезій не только вмѣстѣ, но и каждое изъ оснований этихъ солей въ отдѣльности. Винклеръ титрованіе мыломъ ведетъ въ щелочной средѣ, чтобы уменьшить разложеніе мыла водой (гидролитическую диссоціацію) и сдѣлать реакцію между мыльнымъ растворомъ и солями извести и магнезій болѣе равномерной; этимъ онъ сдѣлалъ ненужными таблицы для вычисленія результатовъ. Въ послѣднемъ отношеніи Винклеръ имѣетъ предшественника—Вильсона (Wilson), который предложилъ прибавлять къ изслѣдуемой водѣ передъ титрованіемъ мыломъ по Клэрку насыщенный растворъ соды (4 куб. сант. на 100 куб. сант. воды) и не употреблялъ таблицы Клэрка для вычисленія результатовъ; для пересчета на градусы жесткости Вильсонъ дѣлилъ израсходованный растворъ мыла на 3. Вмѣсто соды Винклеръ подщелачиваетъ воду ѣдкимъ амміакомъ (въ смѣси съ хлористымъ аммоніемъ) и ѣдкимъ натромъ (въ смѣси съ сегнетовой солью).

Для отдѣленія солей магнезій отъ солей извести Винклеръ примѣняетъ растворъ сегнетовой соли съ ѣдкимъ кали, который препятствуетъ солямъ магнезій вступать въ соединеніе съ солью олеиновой кислоты, вслѣдствіе чего расходуемый на титрованіе мыльный растворъ идетъ только на соединеніе съ солями извести. Вычитая результаты опре-

¹⁾ Zeitschr. f. analytische Chemie, 40, 82, 1901.

дѣленія солей извести изъ результатовъ опредѣленія суммы солей извести и магnezіи, изъ разности получаютъ количество солей магnezіи.

Реактивы. Для опредѣленія жесткости по Винклеру готовятъ слѣдующіе растворы:

1) Растворъ сегнетовой соли съ ѣдкимъ кали. Растворяютъ въ дистиллированной водѣ 6 грм. продажнаго чистаго ѣдкаго кали и 100 грм. сегнетовой соли; по раствореніи добавляютъ воды до 50 куб. сант.

2) Растворъ хлористаго аммонія съ амміакомъ. Растворяютъ 10 грм. хлористаго аммонія въ небольшомъ количествѣ воды, прибавляютъ 100 куб. сант. 10% амміака и добавляютъ водой до 500 куб. сант.

3) Растворъ азотнокислаго барія для установки и провѣрки мыльнаго раствора. Растворяютъ въ литровой колбѣ 4,668 грм. свѣже-перекристаллизованнаго и высушеннаго при 100° Ц. азотнокислаго барія и, по раствореніи, доливаютъ водой до мѣтки. Изъ этого раствора берутъ каждый разъ только 10 куб. сант., такъ какъ растворъ въ 10 разъ крѣпче, чѣмъ нужно.

4) Растворъ мыла, каждый куб. сант. котораго соотвѣтствуетъ 1 нѣмецкому градусу жесткости. Растворяютъ 13,5—15 куб. сант. чистой олеиновой кислоты (*Acid. oleinici puri*) въ 600 куб. сант. 90—95° спирта и добавляютъ сюда 400 куб. сант. воды. Къ помутнѣвшей жидкости прибавляютъ 4 грм. чистаго продажнаго ѣдкаго кали и оставляютъ стоять 3—4 дня. Просвѣтлѣвшій растворъ мыла затѣмъ фильтруютъ и провѣряютъ. Если онъ получится немного крѣпче, чѣмъ требуется, его разводятъ 56—58°-спиртомъ такъ, чтобы 1 куб. сант. раствора соотвѣтствовалъ точно 1 градусу жесткости. Для этой цѣли въ стеклянку съ притертой пробкой, емкостью въ 200 куб. сант., отмѣриваютъ изъ бюретки 10 куб. сант. вышеуказаннаго раствора азотнокислаго барія (3), прибавляютъ 90 куб. сант. дистиллированной воды и 5 куб. сант. смѣси сегнетовой соли съ ѣдкимъ кали (реактивъ 1). Затѣмъ изъ бюретки приливаютъ понемногу мыльнаго раствора. Послѣ cadaго приливанія мыла стеклянку взбалтываютъ десятью сильными взмахами руки снизу вверхъ. При взбалтываніи образуется пѣна. Сначала пѣна не обильна и быстро исчезаетъ. Необходимо прибавлять мыльнаго раствора до тѣхъ поръ, пока не получится стойкая мелкопузырчатая пѣна, покрывающая поверхность жидкости въ лежащей на боку стеклянкѣ и

держащаяся не меньше 4 минутъ. На 10 куб. сант. азотнокислаго барія должно пойти 10 куб. сант. мыла. Если его было истрачено меньше, то мыльный растворъ разводится 56—58°-спиртомъ соотвѣтствующимъ образомъ; напр., если на 10 куб. сант. азотнокислаго барія пошло 8,5 куб. сант. мыльного раствора, то нужно на каждые 8,5 куб. сант. его прибавить по 1,5 куб. сант. спирта (недостающихъ до 10 куб. сант.). Послѣ разбавленія растворъ взбалтываютъ, даютъ постоять и еще разъ провѣряютъ титръ. При такой установкѣ каждый куб. сант. раствора мыла будетъ соотвѣтствовать одному нѣмецкому градусу жесткости, т. е. 10 мгрм. окиси кальція (CaO), или 7,2 мгрм. окиси магнезіи (MgO).

Ходъ опредѣленія общей жесткости. Для опредѣленія суммы известковыхъ и магнезіальныхъ солей берутъ 100 куб. сант. изслѣдуемой воды въ стеклянку, емкостью въ 400 куб. сант., и приливаютъ еще 100 куб. сант. дистиллированной воды (чтобы реакція шла въ болѣе слабомъ растворѣ), затѣмъ приливаютъ 5 куб. сант. смѣси хлористаго аммонія съ амміакомъ (2).

Соли извести реагируютъ съ мыльнымъ растворомъ быстро, соли магнезіи медленно и потому необходимо выжидать дольше, чѣмъ при опредѣленіи однѣхъ известковыхъ солей.

Опредѣленіе солей кальція. Для опредѣленія количества однѣхъ известковыхъ солей въ водѣ по этому способу берутъ 100 куб. сант. воды, прибавляютъ 5 куб. сант. щелочной смѣси сегнетовой соли (реактивъ 1) и титруютъ, какъ указано при установкѣ титра. Сколько будетъ истрачено куб. сант. мыла, столько будетъ и градусовъ жесткости. При этомъ по предыдущему 1 куб. сант. мыла соотвѣтствуетъ 10 мгрм. окиси кальція.

Примѣръ. Положимъ, что при опредѣленіи суммы известковыхъ и магнезіальныхъ солей истрачено 11,2 куб. сант. мыла, а при опредѣленіи только солей извести 8,8 куб. сант. Вычитая изъ перваго числа второе, получимъ число, которое покажетъ степень жесткости, зависящую отъ солей магнезіи: $11,2 - 8,8 = 2,4$ куб. сант. мыльного раствора. Вслѣдствіе того, что соли магнезіи требуютъ мыла больше, чѣмъ эквивалентныя имъ количества известковыхъ солей на $\frac{1}{4}$ часть, число 2,4 куб. сант. для перечисленія на известковыя соли надо умножить на 0,75. Получается т. о. число $2,4 \times 0,75 = 1,8$, сложенное съ жесткостью отъ солей кальція оно даетъ общую жесткость воды. Такимъ образомъ общая

жесткость, рассчитанная на окись кальція (CaO), будетъ равняться $8,8^0 + 1,8^0 = 10,6^0$, при чемъ въ литрѣ воды содержится $8,8^0 \times 10 = 88$ мгрм. окиси кальція и $1,8 \times 7,2 = 12,96$ мгрм. солей магnezіи, рассчитанныхъ на окись магнія (MgO).

Провѣрка способа Винклера въ нашей лабораторіи (д-ръ Дубянская) показала, что онъ даетъ хорошіе результаты только въ водахъ, имѣющихъ не болѣе 10 нѣм. град. жесткости. Воды болѣе жесткія, какъ и при способѣ Клэрка, необходимо разводить, но не болѣе какъ въ отношеніи 1:3. Раздѣленіе солей извести отъ солей магnezіи въ этомъ способѣ не отличается точностью, т. к. при значительномъ содержаніи въ водѣ солей магnezіи, эти послѣднія отчасти также вступаютъ въ реакцію съ мыльнымъ растворомъ. При общихъ со способомъ Клэрка недостаткахъ, способъ Винклера имѣетъ передъ нимъ только одно преимущество: возможность опредѣлять отдѣльно соли извести и магnezіи, хотя и менѣе точно, чѣмъ вѣсовымъ путемъ¹⁾. Нѣкоторые авторы получали лучшіе результаты [Бруснянинъ, Нотнагель²⁾].

Позднѣе Л. Винклеръ³⁾ для опредѣленія жесткости, обусловливаемой солями окиси кальція, далъ слѣдующій составъ реактивовъ:

1) Щелочной растворъ сегнетовой соли. Растворяютъ 100 грм. чистой кристаллической сегнетовой соли и 10 грм. ѣдкаго натра въ 150 куб. сант. воды при нагрѣваніи, затѣмъ по охлажденіи приливаютъ 250 куб. сант. 10%-наго ѣдкаго амміака и доливаютъ дистиллированной водой до 500 куб. сант.

Реактивъ долженъ быть свободнымъ отъ солей извести и давать при взбалтываніи хорошую пѣну со слѣдующей смѣсью: 100 куб. сант. дистиллированной воды, 5 куб. сант. щелочной сегнетовой смѣси и 0,1 куб. сант. раствора олеиновокислаго калия.

2) Растворъ олеиновокислаго калия. Отвѣшиваютъ въ коническую колбу 12 грм. лучшаго миндальнаго масла и 3 грм. ѣдкаго кали, приливаютъ туда-же 100 куб. сант. конц. этилового спирта и кипятятъ въ теченіе 30 минутъ. Къ образовавшейся калийной соли олеиновой кислоты прибавляютъ затѣмъ 500 куб.

1) М. П. Дубянская, асс. Способы опредѣленія жесткости воды по Клэрку, Винклеру и Варта-Пфейферу. Врач. газета, 1910 г. Литература.

2) Veröffentlich. aus dem Geb. des Militärsanitätswesens, 1911, H. 45, S. 76.

3) Zeitschr. i. analyt. Chemie, 1914, H. 7, S. 414.

сант. конц. спирта и доводятъ до объема 1000 куб. сант. дистиллированной водой. 1 куб. сант. этого раствора соотвѣтствуетъ приблизительно 1 нѣм. градусу жесткости при титрованіи 100 куб. сант. воды.

3) Растворъ известковой воды для установки титра по Блахеру ¹⁾. Въ измѣрительную колбу емкостью въ 100 куб. сант. приливаютъ 40—50 куб. сант. известковой воды, прибавляютъ 1 каплю метилоранжа, точно нейтрализуютъ $\frac{1}{10}$ норм. соляной кислотой и, прибавивъ для обезцвѣчиванія 1 каплю бромной воды, доводятъ до 100 куб. сант.

Берутъ стклянку емкостью въ 200 куб. сант. и съ мѣткой на 100 куб. сант., точно отмѣриваютъ 20 куб. сант. вышеприготовленнаго раствора хлористаго кальція и доливаютъ дистиллированной водой до 100 куб. сант.; затѣмъ прибавляютъ 5 куб. сант. щелочной сегнетовой смѣси и изъ узкой бюретки титруютъ до появленія послѣ взбалтыванія прочной мелкопузырчатой пѣны. Конецъ реакціи рѣзокъ и колебанія въ расходѣ олеиновокислаго кали не превышаютъ $\pm 0,1$ куб. сант. Если послѣдній растворъ не вполне соотвѣтствуетъ 1 нѣм. градусу жесткости, вводятъ соотвѣтственную поправку. При жесткости воды не болѣе 10 нѣм. градусовъ берутъ ея 100 куб. сант. и прибавляютъ 5 куб. сант. сегнетовой смѣси; болѣе жесткія воды соотвѣтственно разбавляютъ и также берутъ 100 куб. сант. съ 5 куб. сант. сегнетовой смѣси.

Воды, въ которыхъ магнезіальныхъ солей больше, чѣмъ известковыхъ, необходимо разбавлять до 5 нѣм. градусовъ и брать по 200 куб. сант. съ 10 куб. сант. сегнетовой соли. Также рекомендуется брать по 200 куб. сант. съ 10 куб. сант. сегнетовой соли водъ со слишкомъ малой жесткостью, имѣющихъ 5 и менѣе нѣм. градусовъ, напр. невской.

Гуминовые вещества должны быть изъ воды предварительно удалены слѣдующимъ образомъ: къ отмѣренному объему воды прибавляютъ нѣсколько куб. сант. соляной и азотной кислоты и выпариваютъ до суха на водяной банѣ, а затѣмъ растворяютъ осадокъ въ дистиллированной водѣ и доводятъ до взятаго объема.

Л. Винклеръ предлагаетъ слѣдующій ходъ опредѣленія жесткости въ питьевыхъ и хозяйственныхъ водахъ:

1) Устранимую (карбонатную) жесткость опредѣляютъ пря-

¹⁾ Chemiker Zeitung, 1913, №6. Способъ описатьъ ниже.

мымъ титрованіемъ минеральной кислотой съ метилоранжемъ по Лунге (ср. стр. 99 и 156).

2) Общую жесткость по К. Блахеру.

3) Известковую жесткость по Л. Винклеру. Магнезiальную жесткость опредѣляютъ по разности между общей (2) и известковой.

Опредѣленіе жесткости по способу проф. К. Блахера.

Принципъ. Проф. К. Блахеръ ¹⁾ предложилъ для опредѣленія жесткости калийное мыло, приготовленное изъ химически чистой пальмитиновой кислоты, которое лучше титруетъ магнезiальныя соли, чѣмъ олеиновое мыло въ способъ Клэрка и Винклера. Концомъ реакціи въ этомъ способѣ служить появленіе розово-красной окраски отъ фенолфталеина вслѣдствіе гидролиза раствора пальмитиновокислаго кали, прибавленнаго въ ничтожномъ избыткѣ къ изслѣдуемой водѣ, точно усредненной и освобожденной отъ углекислоты. Преимущество своего способа авторъ видитъ въ томъ, что имъ можно безъ всякихъ поправокъ и разбавленій опредѣлять жесткость даже въ очень жесткихъ водахъ.

Растворы. 1) $\frac{1}{10}$ норм. растворъ пальмитиновой кислоты ($C_{16}H_{32}O_2$, т. плавл. 60° Ц.). Отвѣшиваютъ 25,6 грм. химически чистой и совершенно свободной отъ примѣси стеариновой кислоты ($C_{18}H_{36}O_2$), переводятъ навѣску въ литровую колбу, въ которую предварительно влито 300—350 куб. сант. 95°-наго этиловаго спирта и 400 куб. сант. глицерина, и нагрѣвають смѣсь на водяной банѣ до полного растворенія. Затѣмъ къ горячему раствору приливаютъ изъ бюретки 10%-ный спиртовый растворъ ѣдкаго кали до появленія розоваго окрашиванія съ фенолфталеиномъ и оставляютъ смѣсь въ колбѣ на 24 часа. По истеченіи этого срока къ обезцвѣтившейся смѣси еще приливаютъ раствора ѣдкаго кали до появленія розовой окраски и доливаютъ 95°-нымъ спиртомъ до 1 литра.

2) $\frac{1}{10}$ норм. растворъ соляной кислоты; 1 кубич. сант. ея = 2,5 миллиграммамъ CaO .

3) $\frac{1}{10}$ норм. спиртовый растворъ ѣдкаго кали.

¹⁾ Chemiker Zeitung, 1913, № 6.

4) Известковая вода, которая готовится каждый разъ передъ установкой титра.

5) 10%-ный спиртовой растворъ ѣдкаго кали.

6) Растворъ фенолфталина.

7) 10%-ный спиртовой растворъ диметиламино-азобензола.

Установка титра. Отмѣриваютъ изъ бюретки точно 10 куб. сант. $\frac{1}{10}$ норм. соляной кислоты и съ фенолфталиномъ усредняютъ свѣжеприготовленной известковой водой до розоваго окрашивания; т. о. готовятъ растворъ хлористаго кальція, содержащій во взятомъ для титрованія объемѣ 28 миллиграммовъ СаО, который и титруютъ пальмитиновымъ мыломъ. Желательно, чтобы на 10 куб. сант. усредненной $\frac{1}{10}$ норм. соляной кислоты пошло ровно 10 куб. сант. мыльнаго раствора, который и разводится соотвѣтствующимъ образомъ.

Ходъ опредѣленія. Опредѣленіе распадается на двѣ фазы: на опредѣленіе устранимой (бикарбонатной) жесткости и на опредѣленіе общей жесткости.

Опредѣленіе устранимой жесткости. Отмѣриваютъ 100 куб. сант. изслѣдуемой воды, прибавляютъ 1 каплю 1%-наго раствора диметиламиноазобензола и титруютъ $\frac{1}{10}$ норм. соляной кислотой до появленія постоянной красной окраски. Во время титрованія углекислота удаляется подогрѣваніемъ или продуваніемъ резиновымъ баллономъ и пока не удалена совершенно изъ титруемой жидкости красная окраска быстро смѣняется на желтую.

Опредѣленіе общей жесткости. Къ титрованной указаннымъ образомъ жидкости, освобожденной вполнѣ отъ углекислоты и содержащей слѣды свободной соляной кислоты, прибавляютъ $\frac{1}{10}$ норм. спиртоваго ѣдкаго кали до тѣхъ поръ, пока исчезнетъ розовая окраска, вызванная диметиламиноазобеноломъ и замѣнится также розовой окраской отъ фенолфталина, котораго прибавляютъ нѣсколько капель передъ титрованіемъ ѣдкимъ калиемъ. Затѣмъ начинаютъ прибавлять растворъ пальмитиновокислаго кали, сильно взбалтывая до тѣхъ поръ, пока исчезнувшая въ началѣ титрованія розовая окраска жидкости не появится вновь и не сдѣлается интенсивно-красной.

Расчетъ. Для вычисленія устранимой жесткости умножаютъ израсходованное количество сантиметровъ $\frac{1}{10}$ норм. со-

ляной кислоты на 2,8 и получают жесткость въ нѣмецкихъ градусахъ.

Общую жесткость въ нѣм. градусахъ получаютъ умноженіемъ израсходованнаго раствора пальмитинового мыла, выраженаго въ куб. сант., на 2,8, предполагая, что этотъ послѣдній растворъ также точно приготовленъ $\frac{1}{10}$ нормальнымъ.

Способъ былъ провѣренъ и оказался достаточно точнымъ даже и при анализѣ очень жесткихъ водъ, давая результаты ниже вѣсовыхъ опредѣленій всего на 0,1⁰—0,5 нѣм. град. [П ф л а н ц ѣ ¹⁾]. Сравнительныя испытанія способа проф. Блахера, Винклера и Клэрка, произведенныя въ нашей лабораторіи [В. В. Кизеветтеръ, 1914 г. ²⁾] дали также весьма благопріятные для него результаты, а именно: 1) онъ при сравненіи съ вѣсовымъ даетъ результаты при жесткостяхъ воды до 30⁰ нѣмецкихъ болѣе низкія на 0,1⁰—0,7⁰ нѣм., а выше отъ 35,3⁰ до 41,3⁰ нѣм.—менѣе вѣсовыхъ на 1,2⁰—1,4⁰ нѣм. 2) Конецъ реакціи наступаетъ быстрѣе и отчетливѣе, чѣмъ въ другихъ способахъ опредѣленія жесткости съ помощью мыльных растворовъ, гдѣ показателемъ конца реакціи является мыльная пѣна (способъ Клэрка, Бутрона и Буда, Винклера); 3) требуетъ значительно меньше времени на приготовленіе растворовъ, установку и на производство самого опредѣленія — не болѣе 5—10 минутъ и 4) индикаторъ диметиламиноазобензолъ безъ ущерба для точности можетъ быть замѣненъ болѣе обычнымъ — метилоранжемъ.

Къ числу недостатковъ способа нужно отнести трудность пріобрѣтенія пальмитиновой кислоты, совершенно свободной отъ примѣси стеариновой кислоты, такъ какъ таковая выпускалась въ продажу только одной фирмой (Кальбаумъ). Нечистая же пальмитиновая кислота даетъ мутные растворы при указанныхъ выше условіяхъ ихъ приготовленія, не пригодные для титрованія.

Наконецъ, общимъ съ другими мыльными способами является ошибка въ сторону минуса при титрованіи очень жесткихъ водъ (выше 35⁰ нѣм.), но эта ошибка меньше, чѣмъ у другихъ сходныхъ способовъ и при томъ, какъ и у послѣднихъ, можетъ быть еще уменьшена соотвѣтственнымъ разведеніемъ изслѣдуемой воды.

¹⁾Mitteilungen aus dem Königlichen Landesanstalt für Wasserhygiene zu Berlin-Dahlen, H. 17, S. 141, 1913.

²⁾ Гигіена и Санитарное Дѣло, 1914 г.

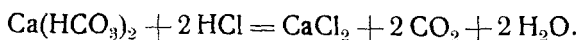
Способомъ Блахера заканчивается циклъ примѣненія отдѣльныхъ жирныхъ кислотъ обычнаго мыла, которое было предложено для опредѣленія жесткости французскими авторами: олеиновую кислоту въ видѣ калийной соли—примѣняли Клэркъ, Файстъ и Кнаусъ, Винклеръ и друг.; пальмитиновую предложилъ проф. Блахеръ послѣ того, какъ убѣдился въ непригодности для данной цѣли третьей и послѣдней кислоты—стеариновой ¹⁾).

Нѣкоторыя практическія замѣчанія о способѣ К. Блахера сдѣланы Л. Винклеромъ ²⁾).

Опредѣленіе жесткости по способу Варта-Пфейфера.

Способъ Варта-Пфейфера ³⁾ (1902 г.) даетъ возможность опредѣлять общую жесткость и отдѣльно жесткость устранимую, т. е. зависящую отъ двууглекислыхъ солей извести и магнези.

Принципъ. Опредѣленіе двууглекислыхъ солей, т. е. устранимой жесткости, производится прямымъ титрованіемъ воды $\frac{1}{10}$ норм. растворомъ соляной кислоты съ ализариномъ, который съ бикарбонатами реагируютъ, какъ со щелочами; при этомъ ализаринъ даетъ съ водой красную окраску, превращающуюся отъ прибавленія соляной кислоты въ лимонно-желтую, какъ только ничтожныя количества послѣдней появятся въ титруемой жидкости:



При опредѣленіи общей жесткости соли извести и магнези въ сырой водѣ осаждаютъ избыткомъ щелочной смѣси Пфейфера, отъ чего титръ этой смѣси уменьшается; это уменьшеніе щелочности опредѣляется титрованіемъ соляной кислотой, не вступившей въ реакцію щелочной смѣси. Отсюда вычисляютъ общую жесткость.

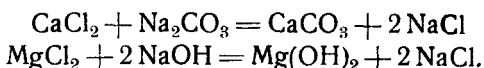
Отъ прибавленія щелочной смѣси растворимыя соли извести выпадаютъ въ видѣ нерастворимой углекальціевой соли, а соли

¹⁾ C. Blacher. Rigasche Industrie Zeitung, № 24, 1907 и Chemiker Zeitung, 1908.

²⁾ Zeitschr. f. analytische Chemie 1914, H. 7, S. 414.

³⁾ Zeitschr. f. angew. Chemie, 1902, стр. 193.

магнѣзіи выпадають въ видѣ гидрата окиси магнія. Поэтому изъ щелочной смѣси исчезнетъ часть щелочи, соотвѣтствующая содержащемуся въ водѣ количеству щелочныхъ земель.



Реактивы. 1) 0,25%-ный алкогольный раствор ализарина.

2) 0,15%-ный раствор метилоранжа.

2) Щелочная смѣсь Пфейфера, изъ равныхъ частей $\frac{1}{10}$ норм. фдкаго натра (4 грм. NaHO) и $\frac{1}{10}$ норм. соды (5,3 грм. Na_2CO_3 на литръ).

4) $\frac{1}{10}$ норм. соляная кислота; 1 куб. сант. ея=2,8 мгрм. CaO.

Ходъ опредѣленія. Наполняютъ бюретку $\frac{1}{10}$ норм. растворомъ соляной кислоты. 100 куб. сант. изслѣдуемой воды наливаютъ въ коническую колбу, или лучше въ фарфоровую чашку, и прибавляютъ столько капель раствора ализарина, чтобы содержимое колбы окрасилось въ красный цвѣтъ; затѣмъ приливаютъ изъ бюретки соляной кислоты до превращенія краснаго окрашиванія въ лимонно-желтое и кипятятъ. Желтая окраска жидкости при этомъ измѣнится опять въ красноватую. Прибавляютъ еще соляной кислоты, пока при кипяченіи (около 2 мин.) цвѣтъ жидкости перестанетъ измѣняться—останется желтымъ. Отмѣчаютъ количество израсходованной соляной кислоты (число А).

Къ нейтрализованной такимъ образомъ водѣ приливаютъ изъ другой бюретки избытокъ щелочной смѣси, съ такимъ расчетомъ, чтобы число куб. сант. ея превышало число нѣмецкихъ градусовъ жесткости въ изслѣдуемой водѣ (20 и болѣе куб. сант.), кипятятъ 3 минуты, затѣмъ переливаютъ въ измѣрительную колбу въ 200 куб. сант. и, охладивъ въ струѣ воды до 30° Ц., дополняютъ до мѣтки дистиллированной водой. Тщательно перемѣшавъ жидкость, отфильтровываютъ въ измѣрительную колбу 100 куб. сант., переливаютъ въ коническую колбу, приливаютъ нѣсколько капель (1—3) метилоранжа и титруютъ децинорм. соляной кислотой до появленія краснаго цвѣта. Количество израсходованной соляной кислоты на 50 куб. сант. изслѣдуемой воды (число В) записываютъ.

Примѣръ. Устраняя кипяченіемъ жесткость воды зависить отъ двууглекислыхъ солей извести и магнѣзіи, которыя реа-

тируютъ на ализаринъ, какъ щелочи, вызывая красное окрашивание. Количество соляной кислоты, нужное для нейтрализаціи воды, т. е. для превращенія двууглекислыхъ солей въ хлористыя (которыя реагируютъ нейтрально), соответствуетъ поэтому устранимой жесткости. При этомъ 1 куб. сант. $\frac{1}{10}$ норм. соляной кислоты нейтрализуетъ 2,8 млгр. окиси кальція. Слѣдовательно, умножая число куб. сант. кислоты, израсходованной на нейтрализацію 100 куб. сант. изслѣдованной воды, на 2,8, получимъ устранимую жесткость въ нѣмецкихъ градусахъ. Обозначимъ первоначально прибавленное количество щелочной смѣси черезъ С.

Для нейтрализаціи $\frac{1}{2}$ оставшейся щелочи послѣ прибавленія ея къ 100 куб. сант. воды пошло В куб. сант. соляной кислоты. На весь объемъ взятой воды—200 куб. сант. фильтрата, слѣдовательно, пошло 2 В.

Отсюда $C - 2B$ представляетъ количество израсходованной на осажденіе щелочныхъ земель щелочной смѣси. Такъ какъ 1 куб. сант. щелочной смѣси осаждаетъ 2,8 млгр. окиси кальція, то количество израсходованной щелочи, умноженное на 2,8, даетъ общую жесткость въ нѣмецкихъ градусахъ.

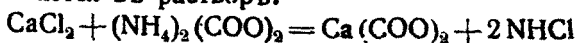
$$\left. \begin{aligned} A \times 2,8 &= \text{устранимой жесткости} \\ (C - 2B) \times 2,8 &= \text{общей жесткости} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &\text{въ нѣмецкихъ} \\ &\text{градусахъ.} \end{aligned}$$

Способъ Варта-Пфейфера даетъ въ водахъ средней и высокой жесткости хорошіе результаты (М. Дубянская) и можетъ быть приспособленъ къ опредѣленію въ отдѣльности солей извести и магnezіи (проф. С. Коршунъ и д-ръ П. Новянскій. ¹⁾

Вѣсовое опредѣленіе солей кальція.

Самымъ надежнымъ способомъ опредѣленія жесткости является вѣсовой, при которомъ осаждаются и взвѣшиваются сначала соли извести, а затѣмъ въ той-же порціи изслѣдуемой воды—соли магnezіи.

Принципъ. По удаленіи кремнекислоты, окисей желѣза и глинозема, соли извести осаждаются изъ изслѣдуемой воды щавелевокислымъ аммоніемъ въ видѣ щавелевокислой соли въ присутствіи избытка амміака и хлористаго аммонія; при этомъ соли магnezіи остаются въ растворѣ.



¹⁾ Arch. f. Hygiene. Bd. 61, стр. 348, 1907 г.

Ходъ опредѣленія. Отмѣриваютъ отъ 250 до 500 куб. сант. изслѣдуемой воды, слабо подкисляютъ соляной кислотой и выпариваютъ въ стаканѣ на азбестовой пластинкѣ или на водяной банѣ до 150 куб. сант. Затѣмъ къ кипящей жидкости прибавляютъ нѣкоторый избытокъ амміака и хлористаго аммонія; если образуется послѣ этого легкій осадокъ окиси глинозема, желѣза, а также кремнекислоты, его отфильтровываютъ, промываютъ горячей водой до исчезновенія реакціи на хлориды, высушиваютъ прокаливаятъ и взвѣшиваютъ (если это нужно).

Къ нагрѣтому фильтрату, содержащему соли извести и магнезіи, который долженъ пахнуть амміакомъ, прибавляютъ при помѣшиваніи избытокъ концентрир. раствора щавелевокислаго аммонія до тѣхъ поръ, пока перестанетъ образовываться осадокъ щавелевокислаго кальція. По охлажденіи, доводятъ объемъ жидкости до 250 куб. сант. (доливаютъ дистиллированной водой до мѣтки, предварительно сдѣланной на стаканѣ). Стаканъ закрываютъ стекляннымъ кружкомъ и оставляютъ, по крайней мѣрѣ, на 12 час. Вполнѣ осѣвшій осадокъ щавелевокислаго кальція отфильтровываютъ черезъ фильтръ съ извѣстнымъ вѣсомъ золы, смоченный отстоявшейся жидкостью, и до промыванія осадка берутъ 200 куб. сант. фильтрата для опредѣленія магнезіальныхъ солей (см. ниже). Послѣ этого осадокъ промываютъ горячей водой сначала декантацией, а затѣмъ на фильтрѣ до исчезновенія реакціи на хлориды (съ азотнокислымъ серебромъ послѣ подкисленія фильтрата азотной кислотой, т. к. фильтратъ щелочной!!); при промываніи на фильтрѣ не приливать воды, пока предыдущая порція не стечетъ. Несоблюденіе послѣдняго указанія влечетъ за собой прохожденіе осадка черезъ фильтръ. Промытый осадокъ вмѣстѣ съ фильтромъ высушиваютъ, переводятъ въ взвѣшенный платиновый тигель; обмотавъ платиновой проволокой, фильтръ сжигаютъ до золы и встряхиваютъ золу въ тигель; прокаливаетъ въ открытомъ тиглѣ на паяльной лампѣ 20 мин.; охлаждаютъ въ эксикаторѣ, взвѣшиваютъ и найденный вѣсъ записываютъ. Затѣмъ вновь прокаливаетъ тигель въ теченіе 10 мин. и, по охлажденіи, взвѣшиваютъ вторично. Если второе взвѣшиваніе дастъ тотъ-же самый вѣсъ, что и первое, опредѣленіе считается оконченнымъ. Если вѣсъ уменьшился, прокаливаетъ еще до постоянного вѣса. При описанномъ способѣ прокаливанія щавелевокислый кальцій разлагается: щавелевая кислота и образовавшаяся изъ нея угле-

кислота улетаютъ и въ тигль остается безводная окись кальція (CaO) плюсъ зола фильтра, вѣсъ которой вычитается.

Найденный вѣсъ окиси кальція (CaO) перечисляютъ на литръ воды и записываютъ.

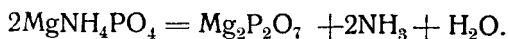
Примѣръ. Изъ 500 куб. сант. воды получено 0,050 грм. CaO ; слѣдовательно, въ литрѣ воды содержится 0,1000 грм. окиси кальція.

Вѣсовое опредѣленіе солей магнія.

Принципъ. Соли магнія опредѣляются въ фильтратѣ послѣ осажденія солей кальція растворомъ двунатровой соли фосфорной кислоты ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}$) въ присутствіи амміака и избытка хлористаго аммонія. При этихъ условіяхъ окись магнія выпадаетъ въ осадокъ въ видѣ двойной фосфорно-аммоніево-магнезіальной соли (MgNH_4PO_4).

Ходъ опредѣленія. I. Осажденіе изъ холодныхъ растворовъ. Отмѣриваютъ въ стаканъ 200 куб. сант. (изъ 250 куб. сант.) фильтрата послѣ осажденія солей извести; прибавляютъ ѣдкаго амміака, въ избыткѣ (20—25 куб. сант.) насыщеннаго раствора фосфорнокислаго натра и затѣмъ еще приливаютъ избытокъ амміака (40—50 куб. сант.) при постоянномъ помѣшиваніи стеклянной палочкой, не касаясь послѣдней стѣнокъ стакана во избѣжаніе приставанія осадка къ стѣнкамъ. Осадку даютъ осѣсть въ теченіе 12 час., отфильтровываютъ черезъ смоченный фильтръ съ опредѣленнымъ вѣсомъ зола, промываютъ сначала декантацией, а затѣмъ на фильтрѣ изъ маленькаго шприца амміачной водой (1 ч. амміака у. в. 0,96 на 3 ч. дистиллированной воды) до исчезновенія реакціи на хлориды. Промытый осадокъ высушивается на фильтрѣ при 100°C . и по охлажденіи переводится въ тигель; фильтръ сжигается на проволоку, зола стряхивается въ тигель и при закрытой крышкѣ, прокаливается сначала на простой бунзеновской горѣлкѣ, а заканчивается на паяльной лампѣ въ открытомъ тиглѣ до полученія бѣлаго осадка и до постоянного вѣса. Если осадокъ долго остается грязно-сѣрымъ отъ примѣси угля, охладивъ тигель, смачиваютъ осадокъ 2—3 каплями крѣпкой азотной кислоты, отгоняютъ кислоту осторожнымъ нагрѣваніемъ подъ тягой и осадокъ еще разъ прокаливаютъ до тѣхъ поръ, пока онъ не сдѣлается совершенно бѣлымъ, охлаждаютъ его и взвѣшиваютъ. При этомъ двойная

фосфорно-аммоніево-магнієвая соль превращается въ огнеупорную широ фосфорно-магнезіальную соль ($Mg_2P_2O_7$) по равенству:



Такимъ образомъ за вычетомъ вѣса тигля и зола фильтра получаемъ вѣсъ магнія въ формѣ пирофосфорно-магнезіальной соли; для пересчета на окись магнія (MgO) полученный вѣсъ осадка умножаютъ на $0,3623^1) \left(\frac{2 MgO}{Mg_2P_2O_7} \right)$. Полученный такимъ образомъ вѣсъ окиси магнія соотвѣтствуетъ 200 куб. сант. фильтрата, слѣдовательно для пересчета на весь взятый для изслѣдованія объемъ воды его необходимо умножить на $5,4 \left(\frac{250}{200} \right)$ и соотвѣственно пересчитать на литръ.

Примѣръ. Взято 500 куб. сант. воды, что соотвѣтствуетъ 250 куб. сант. фильтрата; изъ 200 куб. сант. фильтрата послѣ отдѣленія солей кальція получено пирофосфорномагнезіальной соли 0,0785 грм.; умножая $0,0785 \times 0,3623 \times 5,4 \times 2$, получаемъ 0,0711 грм. окиси магнія (MgO) въ литрѣ воды ¹⁾, или умножаемъ на 0,2185²⁾ для пересчета на магній (Mg).

Чтобы выразить вѣсъ окиси магнія и кальція въ градусахъ жесткости, полученный вѣсъ окиси магнія перечисляется на окись кальція умноженіемъ на 1,4 и затѣмъ складывается съ найденнымъ вѣсомъ окиси кальція, т. е.

$$0,0711 \times 1,4 = 0,0995 \text{ грм. CaO,}$$

прибавивъ 0,1000 грм. CaO,

получимъ 0,1995 грм. CaO въ литрѣ, или 19,95 нѣмецк. градуса жесткости.

II. Осажденіе изъ горячихъ растворовъ по Шмицу. Для ускоренія предложено вести осажденіе солей магнія не въ холодномъ, а въ горячемъ растворѣ слѣдующимъ образомъ. Растворъ, содержащій соли магнія вмѣстѣ съ амміачными солями, подкисляютъ соляной кислотой, прибавляютъ въ избыткъ растворъ фосфорнокислаго натра или аммонія, нагреваютъ до кипѣнія и тотчасъ разомъ приливаютъ къ этому горячему раствору $\frac{1}{3}$ объема жидкости 10%-наго амміака (1ч. наш. спирта на 2 ч. воды), по охлажденіи даютъ недолго постоять и отфильтровываютъ двойную фосфорно-аммонійно-магнезіальную

¹⁾ lg. 0,3623 = $\overline{1}$, 55907.

²⁾ lg. 0,2185 = $\overline{1}$, 33945.

соль через уплотненный фильтр, или простой фильтр съ платиновымъ конусомъ при отсасываніи, промываютъ 2¹/₂°-ымъ амміакомъ до исчезновенія реакціи на хлориды, высушиваютъ, пересыпаютъ осадокъ въ платиновый тигель и туда-же стряхиваютъ золу фильтра послѣ обугливанія на платиновой спирали; осадокъ прокаливаютъ сначала слабо, а послѣ улетучиванія амміака сильно на паяльной горѣлкѣ (или лампѣ Теклю) до постоянного вѣса, охлаждаютъ въ эксикаторѣ и взвѣшиваютъ. Осадокъ долженъ быть совершенно бѣлымъ. Ходъ опредѣленія въ водѣ и расчеты тѣ-же, что и при осажденіи изъ холодныхъ растворовъ.

Кремнекислота.

Кремнекислота опредѣляется въ прокаленномъ сухомъ остаткѣ воды попутно при опредѣленіи окисей извести, магнезій, глинозема, желѣза и марганца. Сухой остатокъ обливаютъ въ чашкѣ слабой соляной кислотой и выпариваютъ до суха на водяной банѣ; вновь прибавляютъ крѣпкой соляной кислоты и горячей воды; кремнекислота остается нерастворенной, отфильтровывается, промывается горячей водой до исчезновенія реакціи на хлориды, сушится, вмѣстѣ съ фильтромъ кладется въ тигель и сначала осторожно сжигается, а затѣмъ прокаливается до постоянного вѣса. Кремнекислота взвѣшивается въ видѣ SiO_2 .

Окиси глинозема и желѣза.

Фильтратъ послѣ опредѣленія кремнекислоты подкисляютъ азотной кислотой (для окисленія закиси желѣза въ окись), сгущаютъ выпариваніемъ; горячій растворъ осаждаютъ хлористымъ аммоніемъ и амміакомъ и нагреваютъ до исчезновенія запаха амміака; окись желѣза и глиноземъ при этомъ осаждаются; ихъ отфильтровываютъ, промываютъ горячей водой, сушатъ, прокаливаютъ и взвѣшиваютъ въ видѣ $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$.

Такъ какъ вмѣстѣ съ окисями желѣза и глинозема иногда выпадаетъ частью и окись магнезіи, рекомендуется полученный осадокъ окисей, не отфильтровывая, растворить въ соляной кислотѣ и еще разъ осадить амміакомъ.

Окись глинозема.

Опредѣлять окись глинозема отдѣльно отъ окиси желѣза является въ настоящее время необходимымъ при изслѣдованіи питьевыхъ водъ, обработанныхъ сѣрноокислымъ глиноземомъ, „коагулированныхъ“, напр., при контролѣ за американской фильтраціей.

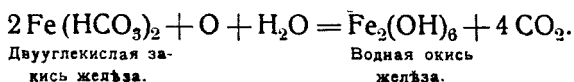
Опредѣленіе глинозема по разности. 1) Прокаленный осадокъ окисей желѣза и глинозема сплавляютъ въ тиглѣ съ кислымъ сѣрноокислымъ калиемъ, растворяютъ въ горячей водѣ, подкисленной сѣрной кислотой, возстановляютъ окись желѣза цинкомъ въ закись и титруютъ марганцевоокислымъ калиемъ по Маргериту (см. Соли желѣза). Найденное количество окиси желѣза вычитаютъ изъ вѣса суммы окисей желѣза и глинозема; остатокъ будетъ равняться вѣсу окиси глинозема (Al_2O_3).

2) Для ускоренія растворяютъ промытый осадокъ окисей желѣза и глинозема до прокаливанія въ горячей разбавленной сѣрной кислотѣ, доводятъ водой до объема въ 250 куб. сант. и хорошо взбалтываютъ. Затѣмъ отмѣриваютъ пипеткой двѣ порціи этого раствора по 100 куб. сант. и въ одной осаждаютъ амміакомъ вмѣстѣ окись желѣза и глинозема, а въ другой—возстановляютъ окисную соль желѣза въ закисную и опредѣляютъ только закись желѣза по Маргериту. Послѣдній приѣмъ менѣе точенъ.

Фильтратъ послѣ осажденія окисей желѣза и глинозема можетъ служить для опредѣленія солей извести и магnezіи.

Соли желѣза.

Соли желѣза встрѣчаются какъ въ грунтовыхъ, такъ и въ поверхностныхъ водахъ, находясь въ нихъ въ формѣ двууглекислой соли. Иногда прозрачная грунтовая вода при кратковременномъ храненіи, напр., во время пересылки пробы, дѣлается совершенно мутной отъ выдѣлившагося ржаваго осадка окиси желѣза, образовавшейся вслѣдствіе окисленія закисной соли желѣза на счетъ раствореннаго въ водѣ кислорода по слѣдующему равенству:



Такимъ свойствомъ обладаютъ, напр., грунтовые воды съ-

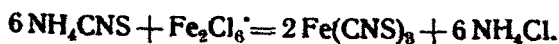
верной германской равнины (около Берлина) и въ нѣкоторыхъ пунктахъ грунтовая вода Силлурійскаго плато (около Царскаго села), которыя предполагалось использовать для водоснабженія Петрограда. Ничтожныя количества солей желѣза (отъ 1,5 мгм. на литръ Fe) уже портятъ вкусъ воды (чернильный вкусъ), вредны для рыбы, такъ какъ осаждаются на ихъ жабрахъ и глазахъ, и вызываютъ закупорку водопроводныхъ трубъ осадками или осадками въ связи съ пышнымъ размноженіемъ желѣзистыхъ и марганцевистыхъ водорослей (*Crenotrix*, *Chlamydothrix*, *Callionella*). Для красилень, бумажныхъ и нѣк. др. фабрикъ непригодна вода, содержащая даже 0,1 мгм. Fe въ литръ.

При центральномъ водоснабженіи необходимо устраивать спеціальныя приспособленія для удаленія солей желѣза въ тѣхъ случаяхъ, когда вода содержитъ отъ 0,2—1,5 мгм. Fe; при большемъ содержаніи солей желѣза—отъ 1,5—3,0 мгм. Fe въ литръ—освобожденіе отъ нихъ воды встрѣчаетъ уже значительныя затрудненія.

Въ виду того, что соли желѣза могутъ выпасть во время пересылки, необходимо въ присланныхъ пробахъ изслѣдовать на желѣзо не только профильтрованную воду, но и осадокъ, остающійся на фильтрѣ. Въ послѣднемъ случаѣ необходимо точно установить, выпалъ-ли осадокъ изъ прозрачной воды, или вода содержала нерастворимыя вещества (мутъ). Въ случаяхъ сомнительныхъ пробы на желѣзо должны быть сдѣланы на мѣстѣ, у источника.

Качественное опредѣленіе желѣза.

1. Реакціи на соли окиси желѣза. Такъ какъ въ водѣ для питья содержатся только соли закиси желѣза, то ихъ предварительно окисляютъ въ окисныя соли прибавленіемъ крѣпкой азотной кислоты (неполное окисленіе), или бертолетовой соли (KClO_3) и соляной кислоты (свободной отъ желѣза!), а затѣмъ прибавляютъ нѣсколько капель раствора роданистаго аммонія или калия. Красная окраска отъ образовавшагося роданистаго желѣза служитъ самымъ чувствительнымъ реактивомъ на соли окиси желѣза.



Роданистый
аммоній.

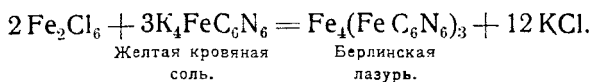
Роданистое
желѣзо.

Самое опредѣленіе дѣлается слѣдующими способами:

1) Окисленіе азотной кислотой. Наливаютъ въ фарфоровую чашку 150 куб. сант. изслѣдуемой воды и, прибавивъ 20 куб. сант. конц. азотной кислоты, выпариваютъ на азбестовой сѣткѣ подъ тягой приблизительно до 100 куб. сант., охлаждають, переливаютъ въ простой колориметръ (или большую пробирку) и прибавляютъ свѣже-приготовленнаго роданистаго аммонія (10⁰‰). Рядомъ для контроля берутъ равный объемъ дистиллированной воды, подкисляютъ той-же азотной кислотой и прибавляютъ роданистаго аммонія. Красное окрашиваніе укажетъ на присутствіе солей желѣза, а его интенсивность при нѣкоторомъ навыкѣ даетъ извѣстное представленіе и о количествѣ ихъ.

2) Окисленіе бертолетовой солью съ соляной кислотой (хлоромъ). Берутъ 150—250 куб. сант. изслѣдуемой воды, подкисляютъ соляной кислотой, прибавляютъ нѣсколько кристалловъ бертолетовой соли и выпариваютъ подъ тягой приблизительно до 100 куб. сант. до полного исчезновенія запаха хлора. Охлаждають, переливаютъ въ простой колориметръ и прибавляютъ роданистаго аммонія.

Кромѣ роданистаго аммонія можно примѣнить послѣ окисленія солей желѣза хлоромъ также желтую кровяную соль, которая съ солями окиси желѣза даетъ синюю окраску или синій осадокъ отъ образовавшейся берлинской лазури:



Реакція съ желтой солью менѣе чувствительна, чѣмъ съ роданистыми солями; примѣняется для количественнаго опредѣленія солей желѣза колориметрическимъ путемъ.

II. Реакціи на соли закиси желѣза. При испытаніи питьевой воды на содержаніе солей желѣза въ моментъ взятія пробы, т. е. когда еще соли закиси не превратились, хотя отчасти, въ соли окиси желѣза, примѣняются слѣдующіе способы.

1) Способъ Клута съ сѣрнистымъ натріемъ. Изслѣдуемую воду наливаютъ въ цилиндръ въ 30 сант. высоты и 2—2,5 сант. діаметра и приливаютъ 1 куб. сант. химически чистаго 10‰-наго сѣрнистаго натрія (Na₂S 9H₂O). Смотря по количеству солей желѣза, получается не позднѣе, какъ черезъ 2 мин., окраска отъ желто-зеленаго до коричнево-чернаго оттѣнка (>0,5 мгрм. Fe) вслѣдствіе образованія коллоидальнаго сѣрнистаго

желѣза. Предѣлъ чувствительности—0,15 мгрм. Fe въ литрѣ. Большая жесткость мѣшаетъ реакціи.

Въ отличіе отъ солей мѣди, свинца и др. тяжелыхъ металловъ, получившаяся окраска исчезаетъ отъ прибавленія слабой соляной кислоты, такъ какъ сѣрнистое желѣзо легко растворимо даже въ слабыхъ минеральныхъ кислотахъ.

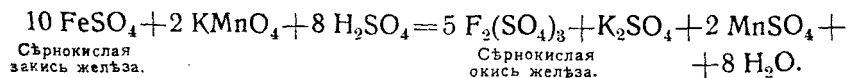
2) Взбалтываніе съ воздухомъ. Наполняютъ бутылъ въ 1—2 литра на половину изслѣдуемой водой, хорошо взбалтываютъ съ воздухомъ, повторяя эту операцію нѣсколько разъ, и оставляютъ въ покой. Черезъ 12—24 часа вода мутнѣетъ отъ ржаваго цвѣта осадка окиси желѣза, который отфильтровываютъ, растворяютъ въ соляной кислотѣ и изслѣдуютъ вышеуказанными реактивами.

3) Способъ Чугаева и Орелкина (см. стр. 189).

Количественное опредѣленіе желѣза.

Окисленіе марганцевокаліевой солью по Маргериту.

Принципъ. Соли закиси желѣза въ кислотѣ растворѣ на холоду окисляются марганцевокаліевой солью по равенству:



Отсюда:

$$\text{H} = \text{O} \cdot 2 = \text{Fe} = 56.$$

Неисчезающее красное окрашиваніе отъ нѣкотораго избытка марганцевокаліевой соли укажетъ на конецъ реакціи.

Реактивы. 1) $\frac{1}{100}$ норм. растворъ марганцевокаліевой соли. Отвѣшиваютъ 0,32 грм. и растворяютъ въ 1 литрѣ воды. 1 куб. сант. раствора будетъ соотвѣтствовать $\frac{\text{Fe}}{100} = 0,56$ мгр. Fe.

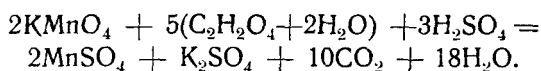
2) $\frac{1}{100}$ норм. растворъ щавелевой кислоты для установки титра марганцевокаліевой соли. Отвѣшиваютъ точно 0,63 грм. перекристаллизованной кислоты ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$) и приготавливаютъ 1 литръ раствора.

Подробности см. Опредѣленіе окисляемости воды (стр. 102).

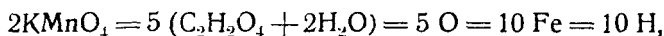
3) Сѣрная кислота 25⁰/₀-ная.

Установка титра. Въ коническую колбу наливаютъ точно изъ бюретки 25 куб. сант. $\frac{1}{100}$ норм. щавелевой кислоты, 5 куб. сант. сѣрной кислоты (25⁰/₀) и, нагрѣвъ до 60—70° Ц., титруютъ $\frac{1}{100}$

норм. марганцевокислымъ калиемъ до появленія не исчезающаго розоваго окрашиванія. Положимъ, что на титрованіе пошло ровно 25 куб. сант. марганцевокалиевой соли. Реакція идетъ по равенству:



Отсюда:



$$\text{т. е. } \text{H} = \text{O}/2 = \frac{\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O}}{2} = \text{Fe},$$

а слѣдовательно 1 куб. сант. $\frac{1}{100}$ норм. марганцевокалиевой соли и щавелевой кислоты соотвѣтствуютъ $\frac{\text{Fe}}{100} = 0,56$ mgr. металлическаго желѣза (Fe).

Ходъ опредѣленія. Прокаленный сухой остатокъ воды растворяютъ въ сѣрной кислотѣ (1 : 1) при нагреваніи; по раствореніи переливаютъ въ колбу, затыкаютъ каучуковой пробкой съ трубкой, на которую насажена каучуковая трубка, прорѣзанная вдоль въ одномъ мѣстѣ и заткнутая на верхнемъ концѣ стеклянной палочкой (клапанъ Бунзена). Для возстановленія окисныхъ солей желѣза въ закисныя, ототкнувъ, въ колбу бросаютъ химически чистаго цинка около 2 грм. (Zinc. metall. puriss. granulatum) и, вновь заткнувъ, слегка нагреваютъ до тѣхъ поръ, пока прекратится выдѣленіе водорода. Для точнаго опредѣленія конца возстановленія берутъ каплю содержаемаго колбы на фарфоровую или стеклянную пластинку и прибавляютъ каплю роданистаго аммонія. Если соли окиси желѣза возстановились вполнѣ, розоваго окрашиванія не появится. Полученную жидкость, по охлажденіи, титруютъ марганцевокалиевой солью. Особымъ опытомъ убѣждаются, сколько требуется раствора марганцевокалиевой соли для окисленія взятаго вѣса цинка.

Примѣръ. Допустимъ, что сухой остатокъ былъ полученъ изъ литра изслѣдуемой воды и на титрованіе содержавшагося въ немъ желѣза пошло 18,5 куб. сант. $\frac{1}{100}$ норм. раствора марганцевокалиевой соли. 1 куб. сант. $\frac{1}{100}$ норм. $\text{KMnO}_4 = 0,56$ mgr. Fe, слѣдовательно 18,5 куб. сант. этого раствора соотвѣтствуетъ $18,5 \times 0,56 = 10,3$ mgr. Fe въ литрѣ воды. Для пересчета на закись желѣза (FeO) умножаютъ вѣсъ металлическаго желѣза (Fe) на 1,2865, а при пересчетѣ на окись желѣза (Fe₂O₃)—на 1,4297.

Колориметрическое опредѣленіе солей окиси желѣза.

Принципъ. Соли желѣза, содержащіяся въ водѣ, окисляются хлоромъ въ соединенія окиси и затѣмъ прибавляется къ водѣ растворъ роданистаго калия. Получившаяся розовая окраска воды сравнивается съ шаблонами, полученными одновременно приливаніемъ того-же количества роданистаго калия къ растворамъ желѣзныхъ квасцовъ опредѣленной крѣпости.

Растворы. 1) Растворъ желѣзныхъ квасцовъ $[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 24 \text{H}_2\text{O}]$, содержащій 0,901 грм. чистыхъ невыѣтрившихся свѣтлофіолетовыхъ кристалловъ этой соли въ 1 литрѣ. Такой растворъ содержитъ 0,1 мгм. Fe въ 1 куб. сант. Если квасцы приговляются самимъ изслѣдователемъ, то кристаллы квасцовъ отжимаются между фильтровальной бумагой до суха, растворяются безъ нагрѣванія въ дистиллированной водѣ, растворъ слабо подкисляется соляной кислотой и разводится до 1 литра.

2) Растворъ роданистаго калия (KCNS).

Ходъ опредѣленія. Наливаютъ въ фарфоровую чашку 250—500 куб. сант. изслѣдуемой воды, прибавляютъ 1 куб. сант. несодержавшей желѣза соляной кислоты уд. в. 1,10 и нѣсколько кристалловъ бертолетовой соли и выпариваютъ на водяной банѣ до объема около 50 куб. сант. Убѣдившись, что жидкость не пахнетъ хлоромъ, переливаютъ ее въ колбу въ 100 куб. сант., споласкиваютъ чашку, сливая въ ту-же колбу, доводятъ объемъ до 100 куб. сант. и переливаютъ въ цилиндръ обыкновеннаго колориметра (рис. 44).

Въ другіе цилиндры того-же колориметра приливаютъ: въ одинъ — 0,5 куб. сант. соляной кислоты + 1 куб. сант. раствора квасцовъ (1); въ другой — 0,5 куб. сант. соляной кислоты + 2 куб. сант. раствора квасцовъ; въ третій — 0,5 куб. сант. соляной кислоты + 5 куб. сант. квасцовъ и т. д., по мѣрѣ надобности. Во всѣхъ шаблонныхъ цилиндрахъ жидкости дистиллированной водой доводятся до объема въ 100 куб. сант. Наконецъ, одновременно во всѣ цилиндры наливается по 1 куб. сант. раствора роданистаго калия и когда получится наиболѣе интенсивная розовая окраска въ изслѣдуемой водѣ и въ шаблонахъ, находятъ одинаковый съ окраской воды шаблонный растворъ и записываютъ.

Расчеты. Положимъ, что для изслѣдованія было взято 500 куб.сант. воды и полученная въ ней розовая окраска соотвѣтствуетъ шаблонному раствору, содержащему 2,5 куб. сант. раствора квасцовъ, т. е. $0,1 \times 2,5 = 0,25$ мгм. Fe. Умножая $0,25 \times 2$, полу-

чаютъ 0,5 мгрм. Fe въ литрѣ воды. Для перечисленія найденнаго вѣса металлическаго желѣза на закись (FeO) умножаютъ на 1,2863, а на окись желѣза (Fe₂O₃) — на 1,4297.

Если опредѣленіе производится въ Геннеровскихъ цилиндрахъ, то вычисленіе результатовъ опредѣленія производится слѣдующимъ образомъ.

Допустимъ, что шаблонный цилиндръ содержитъ въ 100 куб. сант. 20 куб. сант. раствора квасцовъ, т. е. 2 миллиграм. Fe и окраска воды и шаблона выравнились, когда въ шаблонномъ цилиндрѣ осталось 30 куб. сант. Тогда содержаніе желѣза во взятомъ объемѣ воды въ 500 куб. сант. будетъ соотвѣтствовать содержанію желѣза въ 30 куб. сант. шаблоннаго раствора квасцовъ, а слѣдовательно содержаніе Fe въ 1 литрѣ изслѣдуемой воды будетъ равно:

$$\frac{2 \times 30 \times 2}{100} = 1,2 \text{ млгрм. Fe.}$$

Способъ даетъ хорошіе результаты, если въ изслѣдуемой водѣ содержится не менѣе 1 и не болѣе 5 мгрм. Fe въ литрѣ. Въ первомъ случаѣ слѣдуетъ брать для изслѣдованія большіе объемы воды, а во второмъ — прибѣгаютъ къ разведеніямъ.

Въ водахъ, не содержащихъ гуминовыхъ веществъ, можно предварительно осаждать соли желѣза при нагрѣваніи амміакомъ, промыть осадокъ горячей водой, растворить въ соляной кислотѣ, довести до объема въ 100 куб. сант. и далѣе поступать, какъ описано.

Въ водахъ, богатыхъ гумусомъ и друг. органическими веществами, осаждаютъ желѣзо изъ прокаленного сухого остатка, раствореннаго въ слабой соляной кислотѣ.

Колориметрическій способъ проф. А. А. Чугаева и Б. П. Орелкина опредѣленія солей закиси желѣза.

Принципъ. Реакція съ диметилглюксимомъ и амміакомъ на соли желѣза получается въ томъ лишь случаѣ, если послѣднія отвѣчаютъ ряду закиси. Наоборотъ, желѣзо въ трехвалентномъ состояніи, повидимому, совершенно лишено способности образовывать типичные діоксимины. Поэтому если желѣзо присутствуетъ въ видѣ соли окиси, то его слѣдуетъ предварительно возстановить. Но присутствіе возстановителя необходимо и въ томъ слу-

чаѣ, когда желѣзо находится въ закисной формѣ, особенно если дѣло идетъ о разбавленныхъ растворахъ, т. к. въ противномъ случаѣ, при доступѣ воздуха легко могло-бы произойти окисленіе и переходъ Fe'' въ Fe''' . Подходящій возстановитель, нисколько не мѣшающій реакціи, удалось найти въ гидразинѣ (H_2N-NH_2).

Ходъ опредѣленія. Для воспроизведенія качественной реакціи къ раствору, въ которомъ предполагается присутствіе желѣза (въ формѣ соли, образующей Fe^{++} или Fe^{++}_+ іоны) прибавляется небольшое количество сѣрноокислаго гидразина, спиртовой растворъ диметилглюксима и амміакъ въ избыткѣ. Растворъ нагревають до кипѣнія и затѣмъ охлаждають.

Слабое, но еще явственно замѣтное розовое окрашиваніе жидкости наступаетъ уже при содержаніи 1 ч. желѣза въ 100.000.000 ч. воды. Такимъ образомъ мы имѣемъ здѣсь самую чувствительную изъ числа цвѣтныхъ реакцію на желѣзо, въ чемъ мы могли убѣдиться путемъ непосредственныхъ сравнительныхъ опытовъ.

Присутствіе щелочныхъ металловъ, а также магнія (въ 100-кратномъ противъ желѣза количествѣ) не вредитъ реакціи, но присутствіе Al и Zn сильно понижаетъ ея чувствительность.

Для количественнаго колориметрическаго опредѣленія желѣза опытъ ведутъ совершенно такимъ-же образомъ, какъ только-что описано, но съ соблюденіемъ строго опредѣленныхъ условій относительно количества реагентовъ и продолжительности нагреванія.

Удобно работать съ объемомъ испытуемаго раствора = 100 куб. сант. Гидразинъ-сульфатъ берется въ количествѣ 1 гр. По прилитіи 5 куб. сант. насыщеннаго при комнатной температурѣ диметилглюксима, растворъ нагревають до кипѣнія, прибавляютъ 10 куб. сант. 25% амміака, продолжаютъ кипятить въ теченіе 30 секундъ и затѣмъ быстро охлаждають токомъ воды изъ водопровода. Одновременно такимъ-же образомъ при возможномъ соблюденіи тѣхъ-же условій обрабатывается 100 куб. сант. раствора, въ которомъ содержаніе желѣза заранѣе извѣстно. Оба раствора, испытуемый и контрольный, доводятся при комнатной температурѣ до опредѣленнаго объема, напр., до 125 куб. сант., безъ промедленія переносятся въ колориметръ, въ которомъ и производится сравненіе интенсивности ихъ окраски.

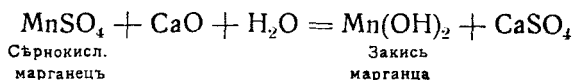
Описанный способъ позволяетъ опредѣлять абсолютныя количества желѣза въ нѣсколькихъ доляхъ миллиграмма (0,2—1 мгрм.) съ точностью до 0,5%. Въ присутствіи 100-кратнаго коли-

чества магнаія ошибка метода нѣсколько больше и можетъ доходить до 1⁰/₁₀.

Способъ нуждается въ разработкѣ аналитическихъ подробностей и въ частности въ выясненіи вліянія степени жесткости изслѣдуемыхъ водъ.

Соли марганца.

На присутствіе солей марганца въ грунтовой питьевой водѣ впервые было указано въ 1891 г. (Проскауэръ), но вниманіе гигиенистовъ и санитарныхъ техниковъ было обращено на нихъ только въ 1904 г., когда значительныя количества солей марганца были найдены въ водѣ бреславльскаго водопровода. Марганецъ по химическимъ свойствамъ близко стоитъ къ желѣзу и часто сопровождаетъ и замѣняетъ его. Не обладая вредными свойствами, соединенія марганца представляютъ тѣ-же неудобства для центрального водоснабженія, какъ и соли желѣза. Освобожденіе питьевыхъ водъ отъ марганцевыхъ соединений нѣсколько труднѣе, т. к. окисленіемъ и фильтраціей они выдѣляются медленнѣе, чѣмъ соли желѣза. Въ питьевой водѣ марганецъ содержится въ видѣ закисныхъ солей угольной и сѣрной кислотъ, а также въ соединеніи съ гуминовыми кислотами. Прибавленіемъ ѣдкой извести можно удалять изъ воды марганецъ даже изъ прочныхъ его соединений, напр. изъ сѣрнокислыхъ



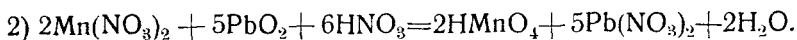
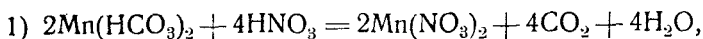
Бѣлая, студенистая закись марганца быстро окисляется на счетъ раствореннаго въ водѣ кислорода, бурѣетъ и выпадаетъ въ формѣ коричневой окиси марганца (ср. Опредѣленіе кислорода).

Качественное опредѣленіе марганца.

Розовый цвѣтъ сухого остатка воды послѣ прокаливанія заставляеть подозрѣвать присутствіе въ водѣ соединений марганца.

Способъ Фольгарда. Къ 25 куб. сант. воды, только-что взятой изъ источника, прибавляютъ 10 куб. сант. конц. азотной кислоты, нагрѣвають до кипѣнія и, удаливъ пламя, прибавляютъ съ кончика ножа 0,5 грм. перекиси свинца (PbO₂) и вновь нагрѣ-

вають до кипѣнія. Давъ жидкости отстояться, смотрятъ на бѣломъ фонѣ, не приняла-ли она фіолетово-красную окраску отъ солей марганцевой кислоты. Способъ даетъ возможность открыть 0,05 млгр. металлическаго марганца въ литрѣ воды. Ходъ реакцій распадается на двѣ фазы:



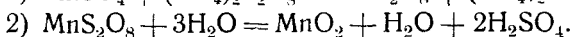
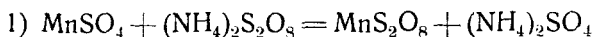
Азотнокислая
закись марганца

Перекись
свинца

Марганцевая
кислота

Азотнокислый
свинецъ.

Окисленіе дитіоновой кислотой. Соли закиси марганца при кипяченіи съ дитіоновокислымъ аммоніемъ $[(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8]$ ¹⁾ окисляются въ перекись марганца, которая и осаждается въ видѣ чернаго порошка:



Дитіоновокислая
закись марганца

Перекись
марганца

Видоизмѣненіе Маршала. Если къ слабымъ растворамъ марганцевыхъ солей прибавить азотнокислаго серебра и подкисленнаго азотной кислотой дитіоновокислаго натра, то при нагрѣваніи соли марганца окисляются въ марганцевую кислоту и окрашиваютъ изслѣдуемую воду въ розовокрасный цвѣтъ; выдѣленія перекиси марганца при этомъ не происходитъ.

Ходъ опредѣленія. Отмѣриваютъ въ кипяченую колбу 100 куб. сант. изслѣдуемой воды, прибавляютъ 10 куб. сант. 10⁰/₀ раствора дитіоновокислаго аммонія, 1—2 куб. сант. разбавленной азотной кислоты и нѣсколько капель азотнокислаго серебра и медленно нагрѣваютъ. Въ присутствіи значительныхъ количествъ органическихъ веществъ, а также солей желѣза реакція не удаётся. Чувствительность реакціи—доли миллиграмма въ литрѣ.

Количественное опредѣленіе марганца.

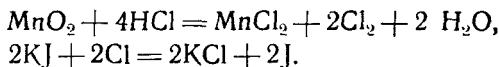
При санитарномъ анализѣ опредѣлять соли марганца количественно приходится очень рѣдко. Весьма пригоденъ для данной цѣли способъ, основанный на окисленіи солей марганца въ перекись марганца дитіоновой кислотой. Перекись отфильтровывается, промывается, переводится въ растворъ и опредѣляется

¹⁾ Дитіоновокислый аммоній иначе называется персульфатомъ аммонія.

титрованіємъ по способу Кнорре ¹⁾ или по болѣ простому способу Нолля, который мы и описываемъ.

Іодометрическій способъ Нолля.

Принципъ. По осажденіи солей желѣза окисляютъ соли марганца бромомъ въ перекись марганца, которую отфильтровываютъ, промываютъ и переводятъ въ стеклянку съ водой, содержащей іодистый калий. Затѣмъ приливаютъ по каплямъ при взбалтываніи разведенной соляной кислоты до полного растворенія перекиси марганца. Жидкость окрасится въ желтый цвѣтъ отъ выдѣлившагося изъ іодистаго калия свободного іода по равенству:



Отсюда Мп эквивалентенъ 2J.

54,93

253,94

Свободный іодъ титруется сѣрноватистонатровой солью.

Растворы. 1) $\frac{1}{10}$ норм. сѣрноватистонатровая соль.

2) $\frac{1}{10}$ норм. двуххромокалиевая соль или $\frac{1}{10}$ норм. растворъ іода въ іодистомъ калии для установки титра сѣрноватистонатровой соли.

3) 10%-ный растворъ іодистаго калия.

4) Соляная кислота.

5) Крахмальный клейстеръ.

Приготовленіе растворовъ сѣрноватистонатровой соли, двуххромокалиевой соли и іода см. ниже опредѣленіе раствореннаго кислорода по способу Л. Винклера.

Ходъ опредѣленія. Выпариваютъ 1000 куб. сант. и болѣе изслѣдуемой воды, слабо подкисливъ азотной кислотой, до малаго объема, усредняютъ содой и осаждаютъ окись желѣза уксуснокислымъ натромъ при кипяченіи; осадокъ отфильтровываютъ и промываютъ.

Фильтратъ, содержащій соли марганца, окисляютъ бромомъ въ нерастворимую перекись марганца (MnO_2); осадокъ отфильтровываютъ, промываютъ и переводятъ въ стеклянку, куда приливаютъ іодистаго калия и воды, а затѣмъ по каплямъ разведенной соляной кислоты до полного растворенія перекиси марганца.

¹⁾ Подробности см. у Тредвелъ. Учебникъ аналитической химіи. 1907 г.

Выдѣлившійся іодъ титруютъ сѣрноватистокислымъ натромъ съ крахмальнымъ клейстеромъ до обезцвѣчиванія.

Расчеты. Результаты опредѣленія, выраженные въ вѣсовыхъ единицахъ іода въ литрѣ воды, для пересчета на марганецъ (Mn) умножаютъ на $\frac{54,93}{253,94} = 0,2171$ ¹⁾, а на окись марганца (MnO)— на $\frac{70,93}{253,94} = 0,2803$ ²⁾.

Соли натрія и калия.

Соли щелочныхъ металловъ находятся во всѣхъ питьевыхъ водахъ, поэтому качественныя реакціи на нихъ не примѣняются ³⁾. Что же касается количественнаго опредѣленія этихъ оснований, то при обыкновенномъ санитарномъ анализѣ такое не производится. Только при полномъ анализѣ приходится затрачивать время на опредѣленіе этихъ соединений, т. к. на это требуется достаточно много времени.

Принципъ. Всѣ растворенныя въ водѣ неорганическія соединенія переводятся въ осадки и удаляются; подкисленіемъ соляной кислотой соли натрія и калия переводятся въ хлористыя и послѣ слабого прокаливанія взвѣшиваются. Затѣмъ ихъ растворяютъ въ водѣ и осаждаютъ хлорной платиной въ формѣ двойныхъ платиновыхъ солей и отдѣляютъ соли натрія отъ солей калия раствореніемъ осадка въ крѣпкомъ спиртѣ.

Нерастворимый въ спиртѣ хлороплатинатъ калия промывается, высушивается и взвѣшивается. Количество солей натрія вычисляется изъ разницы.

Ходъ опредѣленія. Литръ воды въ платиновой чашкѣ выпариваютъ до 15 куб. сант.; затѣмъ 1) прибавляютъ 15—20 куб. сант. насыщеннаго раствора ѣдкаго барита, 5 куб. сант. 10% хлористаго барія и недолго нагрѣваютъ. Въ осадокъ выпадаютъ соединенія глинозема, желѣза, кальція, магнія, марганца въ видѣ окисловъ; углекислота, сѣрная и фосфорная кислоты въ видѣ баритовыхъ солей. Затѣмъ жидкость вмѣстѣ съ осадкомъ

¹⁾ $0,2171 = \lg. \bar{1}, 33669$

²⁾ $0,2803 = \lg. \bar{1}, 44771$.

³⁾ Для качественной реакціи на соли калия предложено комплексное соединеніе кобальта, имѣющее составъ $\text{Na}_2 [(\text{CoNO}_2)_6]$. Оно даетъ съ солями калия желтый осадокъ и не осаждастъ солей натрія.

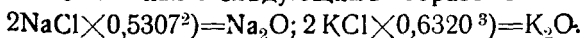
переливаютъ въ колбу въ 250 куб. сант., по охлажденіи доливаютъ до мѣтки и фильтруютъ въ сухой стаканъ. 2) Для удаленія избытка ѣдкаго барита берутъ изъ 250 куб. сант. фильтрата 200 куб. сант. въ платиновую чашку, прибавляютъ по каплямъ углекислаго аммонія при нагрѣваніи, пока перестанетъ выдѣляться осадокъ углекислаго барита, фильтруютъ черезъ сухой фильтръ въ колбу въ 250 куб. сант., споласкиваютъ осадокъ дистиллированной водой и по охлажденіи фильтратъ доводятъ до мѣтки водой. 3) Для удаленія слѣдовъ солей кальція и барія 200 куб. сант. изъ 250 куб. сант. фильтрата (2) въ платиновой чашкѣ осаждаютъ нѣсколькими каплями раствора щавелевокислаго аммонія, выпариваютъ, высушиваютъ при 110° и, закрывъ часовымъ стекломъ, осторожно прокаливаютъ до полного удаленія амміачныхъ солей, образующихъ при улетучиваніи бѣлые пары. Остатокъ растворяютъ въ маломъ объемѣ горячей дистиллированной воды и фильтруютъ. На фильтрѣ остаются соли кальція, барія и частички угля; ихъ промываютъ горячей водой, фильтратъ высушиваютъ въ платиновой чашкѣ, прибавляютъ нѣсколько капель соляной кислоты для превращенія углекислыхъ соединений въ хлористые натрій и калий, осторожно вновь выпариваютъ до суха, прокаливаютъ до начала плавленія, охлаждаютъ въ эксикаторѣ и взвѣшиваютъ. За вычетомъ вѣса платиновой чашки, получаютъ вѣсъ суммы хлористыхъ солей натрія и калия. Умноживъ найденный вѣсъ на $\frac{5}{14} \times \frac{5}{14}$, получимъ количество этихъ солей во взятомъ для изслѣдованія объемѣ воды, т. е. въ 1 литрѣ.

Отдѣленія солей калия отъ солей натрія въ формѣ хлороплатиновъ.

Взвѣшенные хлористый натрій и хлористый калий растворяютъ въ маломъ объемѣ воды и приливаютъ въ избытокъ хлорной платины (PtCl_4 , 1:10); натрій выпадаетъ въ видѣ желтаго хлороплатината натрія ($\text{Na}_2\text{PtCl}_6 + 6\text{H}_2\text{O}$), а калий въ видѣ желтаго хлороплатината калия (K_2PtCl_6). Затѣмъ содержимое чашки выпариваютъ на водяной банѣ до густоты сиропа, пока по охлажденіи осадокъ дѣлается сухимъ; тогда для растворенія хлороплатината натрія приливаютъ въ чашку 95% спирта. Нерастворившійся хлороплатинатъ калия отфильтровываютъ черезъ предварительно высушенный и взвѣшенный въ бюксѣ фильтръ, промываютъ спиртомъ, пока спиртъ не будетъ стекать прозрачнымъ, сушатъ сначала на

фильтръ, а затѣмъ вмѣстѣ съ фильтромъ при 110° въ бюксѣ до постоянного вѣса. Вычитая вѣсъ фильтра съ бюксою, получаютъ вѣсъ хлороплатината калия (K_2PtCl_6); умноживъ на 0,3071, $\left(\frac{2KCl}{K_2PtCl_6}\right)$, находятъ вѣсъ хлористаго калия и для пересчета на взятый объемъ воды также множатъ на $\frac{25}{16}^1$.

Вычитая вѣсъ хлористаго калия изъ найденнаго вѣса суммы солей хлористаго натрія и хлористаго калия, находятъ вѣсъ хлористаго натрія и, наконецъ, пересчитываютъ эти соли на окись натрія и окись калия слѣдующимъ образомъ:



При малыхъ количествахъ соединенийъ калия (до 0,03 грм. хлороплатината) рекомендуется промытый, высушенный на бумажномъ фильтрѣ хлороплатинатъ калия сначала обуглить въ взвѣшенномъ фарфоровомъ тиглѣ съ закрытой крышкой, а затѣмъ сжечь уголь, снявъ крышку. По охлажденіи прибавляютъ въ тигель очень малое количество чистой щавелевой кислоты и осторожно накаливаютъ, закрывъ тигель крышкой. По охлажденіи выщелачиваютъ содержимое тигля горячей водой; фильтруютъ черезъ фильтръ съ опредѣленнымъ вѣсомъ золы и промываютъ платину до исчезновенія реакціи на хлориды. Затѣмъ тигель съ металлической платиной и фильтръ высушиваютъ, фильтръ со слѣдами платины помѣщаютъ въ тигель съ платиной, обугливаютъ, прокаливаютъ, взвѣшиваютъ. За вычетомъ вѣса тигля и золы фильтра получаютъ вѣсъ металлической платины, по которому легко высчитать вѣсъ KCl изъ отношенія $Pt=2KCl$.

Точнѣе фильтровать хлороплатинатъ черезъ азбестовый фильтръ.

Отдѣленіе солей калия осажденіемъ хлорной кислотой.

Вѣсто хлорной платины соли калия опредѣляются осажденіемъ хлорной кислотой ($HClO_4$, уд. в. 1,12), при чемъ осадокъ хлорнокислаго натра растворяется въ 97% спиртѣ, а соотвѣтствующая соль калия остается не растворимой; ее отфильтровываютъ черезъ смоченный спиртомъ фильтръ Гуча, промываютъ 97% спиртомъ и высушиваютъ при 130° Ц. До растворенія въ

1) lg. 0,3071 = $\overline{1}$, 48728.

2) lg. 0,5307 = $\overline{1}$, 72485.

3) lg. 0,6320 = $\overline{1}$, 80072.

спиртъ осадка хлорноокислаго натра растворъ долженъ нагрѣваться на водяной банѣ до появленія густыхъ бѣлыхъ паровъ хлорной кислоты подѣ хорошей тягой.

Соли олова, свинца, мѣди и цинка.

Соли олова, свинца, мѣди и цинка при нѣкоторыхъ условіяхъ переходятъ въ питьевую воду изъ водопроводныхъ трубъ и изъ сосудовъ и приборовъ, назначенныхъ для храненія воды. Въ литературѣ имѣется довольно много случаевъ смертельныхъ отравленій свинцомъ, содержащимся въ водопроводной водѣ, особенно въ англійскихъ городахъ.

Качественное изслѣдованіе.

Принципъ. Сгущаютъ 1—5 литровъ изслѣдуемой воды, подкисливъ ее соляной кислотой, до 100—150 куб. сант.; если есть осадокъ, фильтруютъ и фильтратъ обрабатываютъ токомъ сѣроводорода при подогреваніи. Олово, свинецъ и мѣдь при этомъ выпадутъ въ осадокъ въ видѣ буроватыхъ или черныхъ сѣрнистыхъ соединеній; цинкъ останется въ растворѣ. Сѣрнистые металлы отфильтровываютъ, промываютъ сѣроводородной водой и растворяютъ въ горячей азотной кислотѣ. При этомъ сѣрнистые свинецъ и мѣдь растворяются, а сѣрнистое олово окисляется и остается въ осадкѣ въ видѣ метаоловянной кислоты. Азотнокислая соли свинца и мѣди для удаленія азотной кислоты выпариваютъ до суха въ фарфоровой чашкѣ и растворяютъ остатокъ въ маломъ количествѣ горячей воды, фильтруютъ, дѣлятъ на 2 порціи: въ одной—дѣлаютъ реакціи на свинцовыя соли, а въ другой порціи—на соли мѣди.

Реакціи на свинцовыя соединенія. 1) Прибавляютъ спирта и сѣрной кислоты; получается бѣлый осадокъ сѣрноокислаго свинца ($PbSO_4$), въ видѣ котораго опредѣляется свинецъ и количественно.

2) Подкисляютъ уксусной кислотой и прибавляютъ іодистаго калия; образуется кристаллическій желтый осадокъ іодистаго свинца (PbJ_2), который легко растворяется при нагрѣваніи и вновь выпадаетъ при охлажденіи красивыми блѣсками на стѣнки сосуда.

Реакції на соли мѣди. 1) Подкисляютъ уксусной кислотой и прибавляютъ желтой кровяной соли; соли мѣди даютъ бурокрасный осадокъ желѣзоціанистой мѣди $[\text{Cu}_2(\text{FeCN})_6]$.

2) Въ фильтратъ послѣ осажденія свинца въ видѣ сѣрно-кислой соли прибавляютъ амміака; получается голубой осадокъ окиси мѣди, который растворяется въ избыткѣ амміака и даетъ голубой растворъ.

Реакції на цинкъ. 1) Цинкъ открывается въ фильтратѣ отъ осажденія тяжелыхъ металловъ сѣроводородомъ въ присутствіи минеральной кислоты (соляной), которая мѣшаетъ образованію сѣрнистаго цинка. Наоборотъ, въ присутствіи уксусной кислоты цинковыя соединенія выпадаютъ въ видѣ бѣлаго осадка сѣрнистаго цинка (ZnS). По этой причинѣ къ фильтрату прибавляютъ уксуснокислаго натра, изъ котораго соляная кислота вытѣсняетъ уксусную, образуя хлористый натръ, и затѣмъ обрабатываютъ сѣроводородомъ или насыщенной этимъ газомъ сѣроводородной водой. Въ присутствіи цинковыхъ солей образуется бѣлый осадокъ сѣрнистаго свинца.

2) Фильтратъ нагрѣваютъ, избытокъ кислоты насыщаютъ амміакомъ и прибавляютъ большой избытокъ фосфорнокислаго аммонія. Получается бѣлый, сначала аморфный, а затѣмъ быстро кристаллизующійся осадокъ фосфорнокислаго цинкъ-аммонія (ZnNH_4PO_4). Реакція примѣнима и для количественнаго опредѣленія цинка.

Открытіе мышьяка, хрома, ціанистыхъ соединеній описано ниже при анализѣ сточныхъ водъ.

Колориметрический способъ количественнаго опредѣленія свинца.

Принципъ. Приготовляютъ шаблонный растворъ соли свинца, обрабатываютъ его и изслѣдуемую воду сѣроводородной водой въ присутствіи свободной уксусной кислоты и сравниваютъ окраски. Способъ примѣнимъ только въ отсутствіи солей мѣди.

Реактивы. 1) Растворъ азотнокислаго свинца 0,16 грм. въ литрѣ; 1 куб. сант. такого раствора содержитъ 0,1 мгм. Рв.

2) Прозрачная сѣроводородная вода.

3) 30%-ная уксусная кислота.

Ходъ опредѣленія. 1 литръ и болѣе изслѣдуемой воды, под-

кисливъ соляной кислотой, выпариваютъ до объема 50 куб. сант.; для переменны кислоты прибавляютъ уксуснонатровой соли, переливаютъ въ Геннеровскій цилиндръ, подкисляютъ 30%-ной уксусной кислотой, приливаютъ 10 куб. сант. прозрачной сѣроводородной воды и разводятъ до 100 куб. сант.

Въ другой цилиндръ Геннера вливаютъ 70 куб. сант. дистиллированной воды, 1—5 куб. сант. шаблоннаго раствора азотно-кислаго свинца, 3 куб. сант. 30%-ной уксусной кислоты, 10 куб. сант. прозрачной сѣроводородной воды и доводятъ до 100 куб. сант.

Выпуская шаблонный растворъ, выравниваютъ бурую окраску въ обоихъ цилиндрахъ.

Примѣръ. Допустимъ, что въ одномъ цилиндрѣ содержалось въ 100 куб. сант. жидкости 6 куб. сант. шаблоннаго раствора, что соотвѣтствуетъ 0,6 мгм. Pb. Окраска выравнялась при 50 куб. сант. шаблоннаго раствора; слѣдовательно во взятомъ литрѣ изслѣдуемой воды содержится 0,3 мгм. металлическаго свинца.

Вѣсовой способъ опредѣленія свинца.

Принципъ. Въ присутствіи солей мѣди и другихъ тяжелыхъ металловъ, свинецъ опредѣляется въ видѣ сѣрнокислаго свинца, въ который описаннымъ выше способомъ превращается сѣрнистый свинецъ (стр. 177).

Ходъ опредѣленія. 3—5 литровъ изслѣдуемой воды подкисляютъ соляной кислотой, концентрируютъ и осаждаютъ сѣроводородомъ. Сѣрнистый свинецъ и мѣдь (если она была) обрабатываютъ при нагреваніи азотной кислотой, выпариваютъ до суха и растворяютъ въ горячей водѣ; въ ту-же чашку прибавляютъ затѣмъ избытокъ слабой сѣрной кислоты и выпариваютъ снова до тѣхъ поръ, пока не будутъ выдѣляться бѣлые пары сѣрной кислоты; прибавляютъ воды и даютъ осѣсть осадку сѣрнокислаго свинца. Фильтруютъ, промываютъ осадокъ спиртомъ, высушиваютъ, слабо прокаливаютъ въ фарфоровомъ тиглѣ до постояннаго вѣса и взвѣшиваютъ. Фильтръ сжигается отдѣльно отъ осадка, но зола его прокаливается вмѣстѣ съ осадкомъ. Такъ какъ при этомъ нѣкоторая часть сѣрнокислаго свинца возстановляется, прокаленный осадокъ смачиваютъ 1—2 каплями азотной кислоты, выпариваютъ на водяной банѣ, смачиваютъ сѣрной кислотой, вновь

слабо прокаливаютъ до полного удаленія паровъ сѣрной кислоты и взвѣшиваютъ.

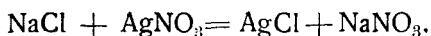
Хлористоводородная кислота.

(Опредѣленіе связаннаго хлора).

Хлориды въ питьевой водѣ состоятъ преимущественно изъ поваренной соли, а также изъ хлористыхъ солей другихъ оснований; опредѣляются объемнымъ и вѣсовымъ путемъ, причемъ послѣдній способъ значительно точнѣе и долженъ примѣняться во всѣхъ случаяхъ, когда изслѣдуемая вода содержитъ менѣе 36 мгрм. хлора (Cl) въ литрѣ.

Вѣсовой способъ.

Принципъ. Хлориды осаждаются азотнокислымъ серебромъ изъ среднихъ и кислыхъ растворовъ съ образованіемъ бѣлаго осадка хлористаго серебра, нерастворимаго въ азотной кислотѣ и растворимаго въ амміакѣ и друг. ѣдкихъ щелочахъ.



Ходъ опредѣленія. Отъ 500—1000 куб. сант. изслѣдуемой воды, подкисливъ азотной кислотой, несодержащей хлора, выпариваютъ до объема 100 куб. сант.; къ нагрѣтому раствору при энергичномъ помѣшиваніи стеклянной палочкой приливаютъ растворъ азотнокислаго серебра въ небольшомъ избыткѣ. Даютъ бѣлому хлопчатому осадку хлористаго серебра осѣсть, берутъ каплю отстоявшейся жидкости на стекло и прибавленіемъ капли азотнокислаго серебра убѣждаются въ томъ, что хлориды всѣ осаждены, и въ жидкости есть нѣкоторый избытокъ серебра. Закрывъ часовымъ стекломъ, даютъ осадку вполне осѣсть, поставивъ осажденную смѣсь спокойно стоять въ темномъ и тепломъ мѣстѣ на нѣсколько часовъ. Затѣмъ осадокъ отфильтровываютъ черезъ смоченный фильтръ съ извѣстнымъ содержаніемъ золы, быстро промываютъ горячей водой, подкисленной азотной кислотой до полной потери реакции на хлориды въ фильтратѣ, высушиваютъ въ шкафу, переводятъ на часовое стекло, а фильтръ сжигаютъ во взвѣшенномъ фарфоровомъ (не платиновомъ) тиглѣ, золу фильтра смачиваютъ каплей азотной, а затѣмъ 2 каплями соляной кислоты, высушиваютъ на водяной банѣ и прокаливаютъ въ тиглѣ

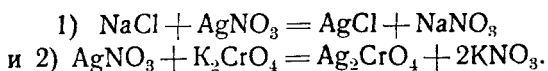
вмѣстѣ съ осадкомъ до начала сплавленія послѣдняго; охлаждають въ эксикаторѣ и взвѣшиваютъ. Полученный вѣсъ осадка хлористаго серебра за вычетомъ вѣса золы фильтра и тигля для пересчета на свободный хлоръ умножается на 0,2474 ¹⁾ $\left(\frac{\text{Cl}}{\text{AgCl}} \right)$.

Если необходимо сдѣлать нѣсколько опредѣленій хлоридовъ, быстрѣе и удобнѣе вести опредѣленіе въ азбестовомъ фильтрѣ-тиглѣ Гуча (рис. 38, стр. 88); при чемъ промытый осадокъ хлористаго серебра высушивается до постоянного вѣса при 120°--130° Ц. Окончивъ одно опредѣленіе, черезъ тотъ-же фильтръ Гуча отфильтровываютъ, высушиваютъ и взвѣшиваютъ слѣдующій осадокъ хлористаго серебра и т. д. По окончаніи всѣхъ опредѣленій хлористое серебро растворяють въ горячемъ рѣдкомъ амміакѣ, промываютъ послѣднимъ фильтръ, прокаливаютъ и очищенный т. о. фильтръ Гуча вновь употребляютъ въ дѣло.

Объемный способъ Мора.

Способъ даетъ хорошіе результаты только въ водахъ, содержащихъ въ литрѣ болѣе 36 мгрм. хлора и примѣнимъ при нейтральной реакціи титруемой жидкости.

Принципъ. Азотнокислое серебро изъ нейтральнаго воднаго раствора, содержащаго смѣсь хлористыхъ и хромовокислыхъ солей, сначала нацѣло осаждаетъ хлориды съ образованіемъ хлористаго серебра, а затѣмъ образуетъ краснаго цвѣта хромовокислое серебро, легко растворимое въ амміакѣ и друг. щелочахъ и въ азотной кислотѣ. Реакція протекаетъ такимъ образомъ:



Появленіе красной окраски титруемой жидкости служитъ индикаторомъ конца опредѣленія хлоридовъ.

Реактивы. 1) Титрованный растворъ азотнокислаго серебра такой крѣпости, чтобы каждый куб. сант. раствора соотвѣтствовалъ 1 мгрм. хлора (Cl). Соотвѣтствующую навѣску азотнокислаго серебра вычисляютъ изъ слѣдующихъ соотношеній:

$$\begin{array}{ccc} \text{AgNO}_3 & \text{соотвѣтствуетъ} & \text{Cl} \\ 169,9 & & 35,5 \\ x & & 1 \\ \hline x : 169,9 & = & 1 : 35,5 \end{array}$$

¹⁾ $\log. 0,2474 = \overline{1},39340.$

Отсюда $x = \frac{169,9}{35,5} = 4,79$ грм. AgNO_3 въ 1 литрѣ.

Отвѣшивають 4,8 грм. азотнокислаго серебра, растворяють въ литровой колбѣ, доводятъ объемъ до мѣтки и хранять въ темномъ мѣстѣ въ стеклянкѣ, обернутой черной бумагой.

2) Титрованный растворъ хлористаго натрія. Для точной установки раствора серебра приготавливаютъ растворъ изъ химически чистаго хлористаго натрія, содержащій въ 1 куб. сант. точно 1 мгрм. хлора. Навѣска поваренной соли опредѣляется изъ отношенія:

NaCl	соотвѣтствуетъ	Cl .
58,5	"	35,5

Отсюда $x = \frac{58,5}{35,5} = 1,649$ грм. NaCl въ литрѣ.

Химически чистый хлористый натрій осторожно накаливаютъ въ закрытомъ фарфоровомъ тиглѣ до тѣхъ поръ, пока при помѣшиваніи стеклянной палочкой соль перестанетъ трещать; охлаждаютъ въ эксикаторѣ (15—20 мин.), отвѣшиваютъ точно 1,649 грм., пересыпають въ литровую колбу и доливаютъ воды ровно до мѣтки.

3) 10% не й т р а л ь н ы й растворъ желтой хромокалиевой соли (K_2CrO_4), несодержащей хлоридовъ.

Установка титра. Въ стаканчикъ изъ бюретки со стекляннымъ краномъ точно отмѣривають 10 куб. сант. титрованного раствора хлористаго натрія, прибавляютъ 40 куб. сант. свободной отъ хлористыхъ солей дистиллированной воды и 2 капли раствора хромокалиевой соли. Изъ другой бюретки по каплямъ, при энергичномъ помѣшиваніи стеклянной палочкой, прибавляютъ растворъ азотнокислаго серебра до тѣхъ поръ, пока желтый цвѣтъ титруемой жидкости не перейдетъ въ красноватый. Операцию установки необходимо повторять, пока получатся при одной и той же степени красноватаго оттѣнка тождественные результаты.

Если на 10 куб. сант. раствора хлористаго натрія пойдетъ серебрянаго раствора меньше 10 куб. сант., послѣдній по расчету разводятъ такимъ образомъ, чтобы растворы соотвѣтствовали одинъ другому объемъ за объемъ.

Ходъ опредѣленія. Въ стаканчикъ отмѣривають пипеткой 50 куб. сант. изслѣдуемой воды, прибавляютъ 2 капли раствора хромокалиевой соли и титруютъ азотнокислымъ серебромъ до

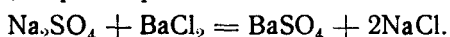
появленія красноватаго оттѣнка. Опредѣленіе повторяется до постоянныхъ результатовъ.

Примѣръ. На 50 куб. сант. воды пошло 5 куб. сант. раствора азотнокислаго серебра, слѣдовательно на 1000 куб. сант. пойдетъ $5 \times 20 = 100$ куб. сант. азотнокислаго серебра, что соотвѣтствуетъ 100 mgrm. хлора, если 1 куб. сант. серебра точно соотвѣтствовалъ 1 mgrm. хлора.

Титрованіе по Морю можно производить и $\frac{1}{10}$ норм. растворами AgNO_3 и NaCl ; тогда 1 куб. сант. AgNO_3 будетъ соотвѣтствовать 3,5 mgrm. Cl .

Сѣрная кислота.

Принципъ. Опредѣленіе сѣрной кислоты въ водѣ производится осажденіемъ сѣрнокислыхъ солей нагрѣтымъ, слабымъ (1—5%) растворомъ хлористаго барія при нагрѣваніи; при этомъ сѣрная кислота выпадаетъ въ осадокъ въ видѣ сѣрнокислаго барита, нерастворимаго въ соляной и сѣрной кислотахъ.



Ходъ опредѣленія. 250—1000 куб. сант. воды, слабо подкисленной соляной кислотой, выпариваютъ до объема 100 куб. сант., переливаютъ въ стаканъ около 200 куб. сант., ставятъ его на азбестовую сѣтку (или пластинку), положенную на треножникъ, и слабо подогреваютъ, доводя до начала кипѣнія.

Растворъ хлористаго барія наливаютъ въ бюретку со стекляннымъ краномъ и устанавливаютъ ее такимъ образомъ, чтобы хлористый барій могъ непрерывно по каплямъ (15—20 капель въ минуту) вливаться въ стаканъ съ изслѣдуемой водой. Отъ приливанія хлористаго барія жидкость мутится вслѣдствіе образованія бѣлаго осадка сѣрнокислаго барита и къ концу осажденія постепенно сверху просвѣтляется, а осадокъ осѣдаетъ на дно. Для того, чтобы убѣдиться, вся-ли сѣрная кислота осаждена хлористымъ баріемъ, дѣлаютъ реакціи на полноту осажденія: берутъ стеклянной палочкой нѣсколько капель отстоявшейся прозрачной жидкости на часовое стекло и прибавляютъ къ нимъ по каплѣ слабой сѣрной кислоты; если въ жидкости былъ нѣкоторый избытокъ хлористаго барія, получается бѣлесоватая муть сѣрнокислаго барита. Въ случаѣ, если муты не получается, продолжаютъ титрованіе дальнѣйшимъ прибавленіемъ хлористаго

барія, повторяя контроль. Необходимо избѣгать большого избытка хлористаго барія для того, чтобы осадокъ сѣрнокислаго барита не проходилъ черезъ фильтръ. По окончаніи осажденія жидкость кипятятъ $\frac{1}{4}$ часа, даютъ осадку осѣсть и черезъ 12—24 часа отфильтровываютъ черезъ смоченный горячей водой и крѣпкимъ спиртомъ фильтръ для удержанія очень мелкихъ осадковъ съ извѣстнымъ вѣсомъ золы; осадокъ сѣрнокислаго барита промываютъ горячей водой сначала декантаціей, а затѣмъ на фильтрѣ изъ промывалки до исчезновенія реакціи на хлориды; высушиваютъ, переводятъ во взвѣщенный платиновый тигль, фильтръ сжигаютъ отдѣльно и золу его въ тиглѣ смачиваютъ сѣрной кислотой; отгоняютъ послѣднюю и, накрывши, прокаливаютъ тигель съ осадкомъ на обыкновенной Бунзеновской горѣлкѣ до постоянного вѣса. Перевести осадокъ на фильтръ необходимо особенно тщательно съ помощью стеклянной палочки, снабженной кусочкомъ резиновой трубки. Можно фильтровать и черезъ азбестовый фильтръ Гуча.

Расчетъ. Изъ 250 куб. сант. воды получилось сѣрнокислаго барита, за вычетомъ вѣса золы фильтра и вѣса тигля, 0,1240 грм.; въ литрѣ: $0,1240 \times 4 = 0,4960$ грм. BaSO_4 . Для пересчета на ангидридъ сѣрной кислоты (SO_3) необходимо вѣсъ сѣрнокислаго барита умножить на 0,3434 ¹⁾ $\left(\frac{\text{SO}_3}{\text{BaSO}_4} \right)$; слѣдовательно $0,4960 \times 0,3434 = 0,1703$ грм. сѣрнаго ангидрида содержится въ литрѣ изслѣдуемой воды.

Растворенные въ водѣ газы.

Въ питьевой водѣ всегда содержатся въ растворѣ нѣкоторыя количества газовъ, напр., кислородъ и углекислота, которые придаютъ водѣ пріятныя вкусовыя свойства, поддерживаютъ жизнь водной флоры и фауны, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ наносятъ значительный вредъ техническимъ сооруженіямъ водоснабженія и канализаціи, т. к. дѣйствуютъ разрушительно на водопроводныя трубы и коллекторы, растворяя цементъ и металлическія части, напр., свинцовыя и другія.

Спеціальнаго вниманія заслуживаютъ способы взятія пробъ для изслѣдованія растворенныхъ въ водѣ газовъ и въ частности кислорода, опредѣленію котораго при оцѣнкѣ воды придается

¹⁾ lg. 0,3434 = $\overline{1,53580}$.

все большее и большее значеніе (Англійская Королевская Комиссія). Для опредѣленія газовъ берутся пробы въ отдѣльную посуду. Принимая во вниманіе, что количество растворенныхъ въ водѣ истинныхъ газовъ (кислорода, азота) зависитъ, при прочихъ равныхъ условіяхъ, отъ температуры и давленія, естественно ожидать, что пробы воды, взятыя на большихъ глубинахъ и при болѣе низкой температурѣ, чѣмъ поверхностные слои воды и атмосферы, по мѣрѣ подниманія пробъ на дневную поверхность, вслѣдствіе уменьшенія давленія и болѣе высокой температуры, должны выдѣлить часть своихъ растворенныхъ газовъ, если эти газы насыщали воду или были близки къ насыщенію ея на глубинахъ, съ которыхъ берется проба воды. По этой причинѣ изслѣдованіе на растворенные газы воды, взятой съ большихъ глубинъ, т. е. нѣсколькихъ сотъ и тысячъ метровъ, представляетъ специальную задачу, требующую особыхъ приборовъ для взятія пробъ воды, т. н. батометровъ ¹⁾ или приборовъ, устроенныхъ по типу батометровъ.

При санитарномъ изслѣдованіи воды, когда пробы берутся на небольшихъ глубинахъ — всего отъ $1\frac{1}{2}$ — 2 метровъ, рѣдко глубже, указанное вліяніе уменьшеннаго давленія и болѣе высокой температуры практическаго значенія не имѣетъ, если приливать связывающіе газы реактивы тотчасъ по выемкѣ пробъ воды. Нѣкоторыми авторами была указана еще одна возможная ошибка при взятіи пробъ воды для опредѣленія кислорода, а именно раствореніе въ вынимаемой пробѣ воды нѣкоторыхъ количествъ кислорода изъ того воздуха, который вытѣсняется водой при наполненіи послѣдней сосудовъ для взятія пробъ, особенно, если пробы берутся на значительныхъ глубинахъ.

При обычныхъ условіяхъ взятія пробъ воды для санитарнаго анализа и послѣдній источникъ ошибокъ представляетъ болѣе теоретическій, чѣмъ практическій интересъ, но тѣмъ не менѣе въ цѣломъ рядѣ приборовъ для взятія пробъ воды онъ устраненъ тѣмъ, что вода вливается черезъ трубки, опущенныя почти до дна стеклянокъ и затѣмъ черезъ трубку-сифонъ переливается въ большія бутылки. При такой конструкціи приборовъ вода въ стеклянкахъ, предназначенныхъ для опредѣленія кислорода смѣняется нѣсколько разъ (до 10 разъ), переливаясь изъ

¹⁾ См. Инструкцію для изслѣдованія озеръ, стр. 180 и слѣд., 1908 г. П. Изд. Русскаго Географическаго Общества.

маленькихъ въ большую бутылъ. При этомъ, если при первомъ наполненіи кислородныхъ стклянокъ проба воды растворила нѣкоторое количество кислорода изъ воздуха, бывшаго въ стклянкахъ, то послѣдующія порціи воды уже съ воздухомъ не соприкасаются.

Въ простыхъ приборахъ для взятія пробъ воды изъ рѣкъ, предложенныхъ Беромъ и Тиме (стр. 73, рис. 32), и въ видоизмѣненіи его для большихъ глубинъ проф. К. Э. Добровольскаго (стр. 74, рис. 33), вода для опредѣленія кислорода втекаетъ въ стклянку въ 300 куб. сант. и изъ нея сифономъ переливается въ бутылъ, емкостью въ нѣсколько литровъ, и т. о. смѣняется нѣсколько разъ. Оба вышеуказанные приборы представляютъ собой упрощеніе прибора Берлинскаго Санитарнаго Вѣдомства.

Сверхъ того предложены еще спеціальные приборы — пипетки для той-же цѣли [Леви ¹⁾, Роминъ ²⁾, Ванъ-Эккъ ³⁾].

Растворенный въ водѣ кислородъ.

Вода, насыщаемая воздухомъ, растворяетъ относительно больше кислорода, чѣмъ азота, поэтому составъ раствореннаго въ водѣ воздуха нѣсколько иной, чѣмъ атмосфернаго: въ немъ кислорода содержится не 21⁰/₁₀₀, а 33,6—34,9⁰/₁₀₀ въ зависимости отъ температуры воды. Кислородъ, находящійся въ водѣ, поглощается водной флорой, фауной и загрязняющими воду органическими веществами. Дистиллированная вода, насыщенная воздухомъ, освобожденнымъ отъ амміака и углекислоты, можетъ при 0⁰ и 760 миллим. давленія растворять слѣдующія количества кислорода (Винклеръ):

Температура воды. по Ц.	Раствореннаго въ водѣ кислорода въ куб. сант. въ литрѣ	въ миллигр. въ литрѣ
0	10,19	14,56
1	9,91	14,16
2	9,64	13,78

¹⁾ Г. В. Хлопинъ. Къ методикѣ опредѣленія раствореннаго въ водѣ кислорода, 1896 г., стр. 56, рис. 8. М.

²⁾ Rec. des travaux chim. des Pays-Bas, 15, 76 (1896).

³⁾ Zeitschr. f. analyt. Chemie, 52 Jahrg. 753 (1913).

Температура воды. по Ц.	Раствореннаго въ водѣ кислорода	
	въ куб. сант. въ литрѣ	въ миллигр. въ литрѣ.
3	9,39	13,42
4	9,14	13,06
5	8,91	12,73
6	8,68	12,41
7	8,47	12,11
8	8,26	11,81
9	8,06	11,52
10	7,87	11,25
11	7,69	11,90
12	7,52	10,75
13	7,35	10,50
14	7,19	10,28
15	7,04	10,06
16	6,89	9,85
17	6,75	9,65
18	6,61	9,45
19	6,48	9,26
20	6,36	9,09
21	6,23	8,90
22	6,11	8,73
23	6,00	8,58
24	5,89	8,42
25	5,78	8,26
26	5,67	8,11
27	5,56	7,95
28	5,46	7,81
29	5,36	7,67
30	5,26	7,52

Въ водѣ, содержащей менѣе 3,5 куб. сант., не могутъ жить форели, а въ содержащей менѣе 1 куб. сант. раствореннаго кислорода въ 1 литрѣ, вообще не могутъ жить рыбы (Хлопинъ, Никитинъ и Купцисъ).

Способъ Л. В. Винклера.

Въ 1888/9 г. Л. В. Винклеръ предложилъ весьма точный, изящный и простой способъ опредѣленія раствореннаго въ водѣ

кислорода, который въ санитарной практикѣ быстро вытѣснилъ прежніе болѣе сложные и не всегда достаточно точные способы (Мора, Мора-Леви, Шютценбергера, Тимана и Прейс-се и др.).

Для опредѣленія раствореннаго въ водѣ кислорода по Л. Винклеру, берутся пробы въ 250—300 куб. сант. воды въ калиброванные стеклянки съ притертыми пробками указанной емкости (рис. 51), которыя погружаются въ воду на нужную глубину,

4

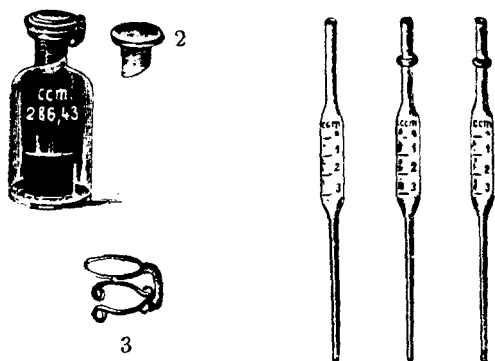


Рис. 51. 1) Стеклянка для взятія пробъ воды для опредѣленія раствореннаго кислорода по Винклеру; 2) косо срѣзанная пробка; 3) зажимъ для закрѣпленія пробки во время перевозки и 4) пипетки для реактивовъ.

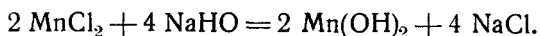
но не менѣе, чѣмъ на $\frac{1}{2}$ метра; удобнѣе всего въ приборѣ, описанномъ ниже при взятіи пробъ для бактериологическаго анализа, или въ приборахъ, предназначенныхъ для взятія пробъ для химическаго анализа, изображенныхъ выше (стр. 73, рис. 32). Число отдѣльныхъ стеклянокъ должно соотвѣтствовать числу предположенныхъ къ взятію пробъ воды, такъ какъ опредѣленіе кислорода производится въ той стеклянкѣ, въ которой вынута проба воды. При этомъ реактивы, поглощающіе кислородъ, вливаются тотчасъ-же на мѣстѣ взятія пробы; здѣсь-же записывается температура воды.

Принципъ способа. Водная закись марганца $[Mn(OH)_2]$ въ присутствіи свободной ѣдкой щелочи окисляется на счетъ раствореннаго въ водѣ кислорода въ водную окись марганца $[Mn(OH)_3]$; послѣдняя послѣ растворенія въ соляной кислотѣ образуетъ непрочный хлорный марганецъ ($MnCl_3$), который сейчасъ-же распадается съ выдѣленіемъ свободного хлора (Cl); въ присутствіи

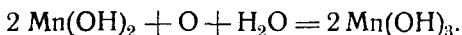
іодистаго калія этотъ хлоръ выдѣляетъ изъ него эквивалентное количество іода, который и опредѣляется по правиламъ іодометріи сѣрноватистонатровой солью (см. стр. 68 и слѣд.).

При этомъ ходъ реакціи распадается на слѣдующія фазы:

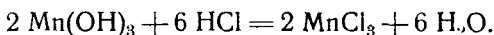
1) Выдѣленіе водной закиси марганца изъ хлористаго марганца:



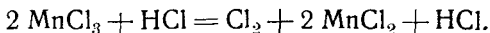
2) Окисленіе раствореннымъ кислородомъ закиси марганца въ окись:



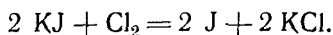
3) Образованіе хлорнаго марганца:



4) Распаденіе хлорнаго марганца съ выдѣленіемъ свободнаго хлора:



5) Выдѣленіе изъ іодистаго калія свободнаго іода:



Слѣдовательно 2 J эквивалентны одному атому O.

Отсюда 1 вѣс. ч. іода = $\frac{16}{253,8} = 0,063$ ч. кислорода.

Реактивы и посуда. 1) Растворъ хлористаго марганца ($\text{MnCl}_2 + 4 \text{ H}_2\text{O}$), содержащій 80 грм. соли въ 100 куб. сант. воды. Хлористый марганецъ не долженъ содержать желѣза и при подкисленіи изъ іодистаго калія не долженъ выдѣлять іода.

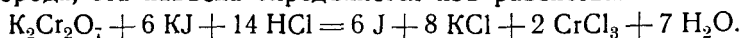
2) Смѣсь изъ ѣдкаго натра и іодистаго калія. 32 грм. ѣдкаго натра и 10 грм. іодистаго калія растворяютъ въ 100 куб. сант. воды. Такъ какъ продажный ѣдкій натръ нерѣдко содержитъ азотистокислый натръ, который изъ іодистаго калія также выдѣляетъ іодъ, то для указаннаго раствора слѣдуетъ брать химически чистый ѣдкій натръ, или приготовить его лично изъ кристаллизованнаго углекислаго натра и ѣдкой извести въ серебрянной посудѣ. Растворъ, подкисленный сѣрной кислотой, не долженъ съ крахмаломъ давать синей окраски.

3) Чистая конц. соляная кислота у. в. 1,19.

4) $\frac{1}{100}$ норм. растворъ сѣрноватистокислаго натра, т. е. содержащій 2,48 грм. этой соли въ литрѣ; 1 куб. сант. такого раствора будетъ соотвѣтствовать 0,08 mgr. и 0,055825 куб. сант. кислорода при 0° и 760 мм. давленія.

5) $\frac{1}{100}$ норм. растворъ іода: 1,269 грм. въ литрѣ для установки раствора сѣрноватистоокислаго натра (Приготовление см. стр. 69 и слѣд.).

6) $\frac{1}{10}$ норм. растворъ двуххромокалиевой соли ($K_2Cr_2O_7$); отвѣшиваютъ перекристаллизованной и высушенной до постояннаго вѣса при $120^\circ - 130^\circ$ Ц. (вмѣсто высушиванія можно нагревать до сплавленія) точно 4,9070 грм., растворяютъ въ водѣ и доводятъ до объема 1 литра. 1 куб. сант. раствора содержитъ 4,9070 мгр. $K_2Cr_2O_7$, что соотвѣтствуетъ 12,69 мгр. іода и 0,8 мгр. кислорода; эта навѣска опредѣляется изъ равенства:



Отсюда: 1 молекула $K_2Cr_2O_7$ соотвѣтствуетъ 6 атомамъ J и H, поэтому норм. растворъ двуххромокалиевой соли долженъ содержать:

$$H = \frac{K_2Cr_2O_7}{6} = 49,070 \text{ грм.},$$

а $\frac{1}{10}$ норм.—4,9070 грм. $K_2Cr_2O_7$ въ литрѣ воды.

7) 10^{-6} -ный іодистый калий, всегда свѣже-приготовленный.

8) 10^{-6} -ный крахмальный клейстеръ.

9) Калиброванные стеклянки съ притертыми пробками въ 200—300 куб.сант.(рис.51). Сухая стеклянка съ пробкой взвѣшивается на вѣсахъ, позволяющихъ отвѣшивать съ точностью до $\frac{1}{10}$ грм., и вѣсъ ея записывается; затѣмъ ту-же стеклянку наливаютъ совершенно полно дистиллированной водой, затыкаютъ пробкой (при чемъ избытокъ воды изъ горлышка вытѣсняется пробкой); сухо обтираютъ снаружи и на тѣхъ-же вѣсахъ взвѣшиваютъ вторично. Разница въ вѣсѣ между стеклянкой съ водой и пустой даетъ вѣсъ налитой въ нее воды въ граммахъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ и емкость стеклянки въ куб. сантиметрахъ, т. к. 1 грм. воды занимаетъ объемъ въ 1 сантиметръ. Необходимо имѣть нѣсколько калиброванныхъ т. о. обыкновенныхъ стеклянокъ и на ихъ стѣнкахъ написать емкость алмазомъ.

10) Особые пипетки для вливанія реактивовъ съ оттянутыми длинными и тонкими концами въ 1, 2 и 3 куб. сант. (рис. 51, 4).

Установка титра $\frac{1}{100}$ норм. сѣрноватистоокислаго натра. Установка титра можетъ быть сдѣлана двояко: по титрованному раствору іода, или по титрованному раствору двуххромокалиевой соли.

1) Установку по $\frac{1}{100}$ норм. раствору іода см. стр. 68 и слѣд.

2) По двуххромокалиевой соли по Фольгардту-Криссмеру. Въ стеклянку съ притертой пробкой изъ узкой бюретки точно вливають 4 куб. сант. $\frac{1}{10}$ норм. раствора двуххромокалиевой соли, 2 куб. сант. 10% раствора іодистаго калия, 50 куб. сант. дистиллированной воды и 1 куб. сант. крѣпкой соляной кислоты; при этомъ выдѣляется 0,05076 грм. свободного іода. Прибавивъ къ концу титрованія 1 куб. сант. крахмальнаго клейстера, титруютъ сѣрноватистонатровой солью до тѣхъ поръ, пока синій цвѣтъ жидкости не перейдетъ въ блѣднозеленый. Требуется нѣкоторый навыкъ, чтобы уловить этотъ не особенно рѣзкій переходъ цвѣтовъ, поэтому рекомендуется устанавливать титръ при дневномъ освѣщеніи.

Конецъ реакціи дѣлается яснѣе, если вмѣсто соляной прибавить къ двуххромокалиевой соли 1 куб. сант. крѣпкой сѣрной кислоты и дать до титрованія постоять въ теченіе 20 мин.

Для установки $\frac{1}{10}$ норм. и болѣе крѣпкихъ растворовъ сѣрноватистокислаго натра берутъ 20 куб. сант. $\frac{1}{10}$ норм. раствора двуххромокалиевой соли, 10 куб. сант. іодистаго калия, 50 куб. сант. дистиллированной воды и 5 куб. сант. крѣпкой соляной или сѣрной кислоты; при этомъ выдѣляется 0,254 грм. іода. Этотъ способъ установки титра значительно удобнѣе и точнѣе, чѣмъ по іоду (Хлопинъ, Яковкинъ). Титръ необходимо провѣрять каждый разъ передъ началомъ новаго ряда опредѣленій.

Ходъ опредѣленія. Кислородъ всегда опредѣляется тотчасъ по взятіи пробы на мѣстѣ, а именно: необходимо сейчасъ-же влить въ стеклянки съ водой растворъ хлористаго марганца, смѣсь ѣдкаго натра съ іодистымъ калиемъ и кислоту, при этомъ отмѣчаютъ температуру воды и давленіе барометра. Винклеръ рекомендуетъ два приема опредѣленія: одинъ—для водъ, не содержащихъ азотистыхъ солей, и другой—для водъ загрязненныхъ, которыя содержатъ азотистокислыя соли въ значительномъ количествѣ.

I. Ходъ опредѣленія кислорода въ водахъ, не содержащихъ азотистокислыхъ солей. Въ калиброванную стеклянку съ хорошо притертой стеклянной пробкой емкостью около 300 куб. сант. наливають изслѣдуемую воду на столько полно, чтобы послѣ затыканія подъ пробкой не было ни одного пузырька воздуха; ототкнувъ пробку, изъ пипетокъ съ длинными носиками, погружая концы ихъ почти до дна стеклянки, вливають 1 куб. сант. смѣси ѣдкаго натра съ іодистымъ калиемъ

и затѣмъ 1 куб. сант. раствора хлористаго марганца; вновь затыкаютъ стклянку, взбалтываютъ и оставляютъ въ покоѣ, пока образовавшійся осадокъ окиси и закиси марганца осядетъ на дно и жидкость надъ осадкомъ просвѣтлится; послѣ этого приливаютъ 3 куб. сант. крѣпкой соляной (или сѣрной) кислоты и, заткнувъ стклянку, взбалтываютъ, пока осадокъ совершенно растворится; послѣ прибавленія кислоты пробу перевозятъ въ лабораторію, гдѣ и оканчиваютъ опредѣленіе: переливаютъ жидкость въ колбу и, прибавивъ крахмальнаго клейстера, титруютъ іодъ сѣрноватисто-кислымъ натромъ. По количеству израсходованнаго сѣрноватисто-кислаго натра вычисляютъ соотвѣтствующее количество кислорода.

Въ водахъ жесткихъ и съ значительнымъ содержаніемъ углекислоты слѣдуетъ увеличить количество реактивовъ и брать 3 куб. сант. ѣдкаго натра съ іодистымъ калиемъ, 3 куб. сант. хлористаго марганца и 3—5 куб. сант. соляной кислоты. Образующійся при этомъ углекислый марганецъ реакціи не мѣшаетъ. (Хлопнѣ). Ошибка, происходящая отъ присутствія раствореннаго въ реактивахъ кислорода, такъ мала, что ею можно пренебречь.

II. Ходъ опредѣленія кислорода въ загрязненныхъ водахъ. Присутствіе въ водѣ азотистой кислоты мѣшаетъ опредѣленію кислорода по способу Винклера, т. к. она выдѣляетъ свободный іодъ. Чтобы устранить вредное вліяніе азотистокислыхъ солей, необходимо предварительно окислить азотистокислыя соли въ азотнокислыя. Это достигается измѣненіемъ въ порядкѣ приливанія реактивовъ къ изслѣдуемой водѣ, а именно: прежде всего приливаютъ 1 куб. сант. ѣдкаго натра безъ іодистаго калия, затѣмъ 1 куб. сант. хлористаго марганца и 6 куб. сант. соляной кислоты и, по раствореніи осадка, 1 куб. сант. 10⁰/₀-наго раствора іодистаго калия. При этомъ азотистая кислота превращается въ азотную на счетъ раствореннаго въ водѣ кислорода и кислорода получится меньше истиннаго. Сверхъ сего часть кислорода также пойдетъ и на окисленіе органическихъ веществъ.

Для опредѣленія этого недочета кислорода, Винклеръ предложилъ въ особой порціи прибавлять къ извѣстному объему изслѣдуемой воды въ избыткѣ раствора хлорнаго марганца и опредѣлять, спустя нѣкоторое время, то количество дѣятельнаго хлора, которое уйдетъ на окисленіе вышеуказанныхъ примѣсей.

Необходимый для поправки растворъ хлорнаго марганца

($MnCl_3$) готовится такимъ образомъ: къ 50 куб. сант. дистиллированной воды приливаютъ около 1 куб. сант. раствора ѣдкаго натра (32 гр. $NaHO$ въ 100 куб. сант.), затѣмъ 5—10 капель раствора хлористаго марганца (40 гр. въ 100 куб. сант. воды), часто взбалтываютъ, прибавляютъ столько крѣпкой соляной кислоты, сколько нужно для растворенія получившагося осадка окиси и закиси марганца и разводятъ до 500 куб. сант. Для поправки отмѣриваютъ раствора хлорнаго марганца по 100 куб. сант. въ двѣ стеклянки; къ одной порціи прибавляютъ 100 куб. сант. дистиллированной, а къ другой—100 куб. сант. изслѣдуемой воды; спустя 2—3 минуты, прибавляютъ къ обѣмъ порціямъ нѣкоторое количество іодистаго калия и титруютъ выдѣлившійся іодъ $\frac{1}{100}$ норм. растворомъ сѣрноватистонатровой соли. По указаннымъ выше причинамъ, въ порціи съ изслѣдуемой водой іода выдѣлится меньше, чѣмъ въ первой порціи съ дистиллированной водой, и разница въ объемахъ сѣрноватистонатровой соли, потраченной на титрованіе выдѣливаемаго іода въ обѣихъ порціяхъ, укажетъ величину поправки на 100 куб. сант. воды; перечисливъ эту поправку на объемъ взятой для изслѣдованія воды, прибавляютъ ее къ объему сѣрноватистонатровой соли, израсходованной при опредѣленіи кислорода до поправки. Указанная поправка вводится только въ тѣхъ случаяхъ, если въ 1000 куб. сант. изслѣдуемой воды содержится болѣе 0,1 мгм. азотистой кислоты.

Въ очень загрязненныхъ питьевыхъ и сточныхъ водахъ, содержащихъ соли азотистой кислоты, а также другія соединенія, способныя выдѣлять или связывать іодъ, опредѣленіе раствореннаго кислорода по Винклеру дѣлается неудобнымъ и неточнымъ (Хлопинъ).

Вычисленіе результатовъ опредѣленія. Для вычисленія количества кислорода, содержащагося въ литрѣ изслѣдуемой воды, въ куб. сант., пользуются слѣдующей формулой:

$$(1) A = \frac{0,055825 \times n \times 1000}{V - V_1}.$$

Въ приведенной формулѣ A означаетъ искомый объемъ кислорода, n — количество $\frac{1}{100}$ норм. раствора сѣрноватистонатровой соли въ куб. сант.; 0,055825 — то количество куб. сант. кислорода, которому соотвѣтствуетъ 1 куб. сант. $\frac{1}{100}$ норм. рас-

творѣ сѣрноватистонатровой соли; V — объемъ взятой для изслѣдованія воды; V_1 — объемъ влитыхъ реактивовъ.

Примѣръ. Температура воды 20° Ц.; давленіе 760 миллим. ртуті; $V = 300$ куб. сант.; $V_1 = 5$ куб. сант.; $n = 30$ куб. сант. $\frac{1}{100}$ норм. сѣрноватистонатровой соли. Подставляя эти числа въ формулу (1), получимъ:

$$A = \frac{0,055825 \times 30 \times 1000}{300 - 5} = \frac{0,055825 \times 30 \times 1000}{295}, \text{ логарифмируя, получаемъ:}$$

$\lg 0,055825 = \overline{2},7468$ $+ \lg 30 = 1,4771$ $\lg 1000 = 3,0000$ $3,2239$	$3,2239$ $\lg 295 = 2,4698$ $\lg 0,7541 = 5,68 \text{ куб. сант. кислорода въ литрѣ.}$
---	---

Для вычисленія количествъ кислорода на литръ воды въ вѣсовыхъ единицахъ вышеприведенная формула (1) приметъ слѣдующій видъ:

$$(2) A = \frac{0,08 \times n \times 1000}{V - V_1}.$$

Здѣсь цифра 0,08 означаетъ миллиграммы кислорода, котормъ соотвѣтствуетъ 1 куб. сант. $\frac{1}{100}$ норм. раствора сѣрноватистонатровой соли.

Вставляя числа въ формулу (2), получимъ:

$$A = \frac{0,08 \times 30 \times 1000}{300 - 5},$$

логарифмируя, получаемъ:

$\lg 0,08 = \overline{2},9031$ $+ \lg 30 = 1,4771$ $\lg 1000 = 3,0000$ $3,3802$	$3,3802$ $\lg 295 = 2,4698$ $0,9104 = 8,13 \text{ мгр. кислорода въ литрѣ.}$
---	---

Въ тѣхъ случаяхъ, когда крѣпость раствора сѣрноватистокислаго натра уклоняется отъ $\frac{1}{100}$ нормальной, можно высчитать, какому количеству куб. сант. кислорода соотвѣтствуетъ 1 куб. сант. такого раствора сѣрноватистокислаго натра, изъ слѣдующихъ соотношеній:

$$1 \text{ куб. сант. } Na_2S_2O_3 = \frac{0,05076 \times 16 \times 699}{253,8 \times n} = 0,05590 \text{ куб. сант. О.}$$

Здѣсь 0,05076 обозначаетъ въ граммахъ вѣсъ іода, который былъ взятъ для установки сѣрноватистокислаго натра; 16 = атомному вѣсу кислорода; 699 = объему въ куб. сант., который занимаетъ 1 грм. кислорода при 0° и при 760 миллим. давления; 253,8 = двойному атомному вѣсу іода, такъ какъ 2 атома іода эквивалентны 1 атому кислорода; n = объему въ куб. сант. раствора сѣрноватистонатровой соли, который при титрованіи нейтрализоваль 0,05076 грм. іода. При n = 40 куб. сант., получимъ:

$ \begin{array}{rcl} \lg. 0,05076 & = & \bar{2},7055 \\ + \lg. 16 & = & 1,2041 \\ \lg. 699 & = & 2,8445 \\ \hline & & 2,7541 \\ & & \underline{\quad\quad} \\ & & 4,0066 \\ & & \underline{\quad\quad} \\ & & 2,7475 = 0,05590 \text{ куб. сант. О} = 1 \text{ куб. сант.} \\ & & \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3. \end{array} $	$ \begin{array}{rcl} \lg. 253,8 & = & 2,4045 \\ + \lg. 40 & = & 1,6021 \\ \hline & & 4,0066 \end{array} $
---	--

Всегда полезно полученные результаты свѣрить съ таблицей Винклера (стр. 186). Въ нашемъ примѣрѣ, при 20° Ц. и 760 миллим. давления, вода могла-бы содержать раствореннаго кислорода при полномъ насыщеніи ея воздухомъ не болѣе 6,36 куб. сант., или не болѣе 9,1 mgr. кислорода въ литрѣ.

Наши цифры меньше этихъ предѣльныхъ цифръ и потому не внушаютъ подозрѣній, если опредѣленіе было сдѣлано правильно. Наоборотъ, если-бы были получены результаты больше 6,36 куб. сант., или больше 9,1 mgr. кислорода въ литрѣ—въ водѣ, имѣющей температуру 20° Ц., и при нормальномъ давленіи, такой результатъ въ большинствѣ случаевъ противорѣчилъ-бы дѣйствительности и закону растворимости газовъ.

Въ нѣкоторыхъ исключительныхъ случаяхъ, однако, могутъ получиться количества раствореннаго въ водѣ кислорода большія, чѣмъ это указано въ таблицѣ, вода является имъ пересыщенной: напр., иногда въ водѣ, взятой изъ водопроводнаго крана, такъ какъ въ сѣти давленіе выше атмосфернаго и крайне рѣдко въ водѣ открытыхъ водоемовъ.

Видоизмѣненіе Ридеала и Стюарта способа опредѣленія кислорода по Винклеру.

Принципъ. Ридеаль и Стюартъ (Rideal and Stewart, 1901 г.) видоизмѣнили способъ Винклера и сдѣлали его удобнымъ для опредѣленія раствореннаго кислорода въ питьевыхъ

и сточныхъ водахъ, содержащихъ азотистокислыя соли и много органическихъ веществъ. Принципъ способа остался неизмѣннымъ, но поправку на азотистокислыя соединенія, предложенную Винклеромъ, Ридеаль и Стюартъ замѣнили окисленіемъ нитритовъ растворомъ марганцевокалиевой соли въ кислой средѣ, которое предшествуетъ опредѣленію кислорода.

Реактивы. 1) Конц. сѣрная кислота.

2) $\frac{1}{10}$ норм. растворъ марганцевокалиевой соли.

3) 3%-ный растворъ щавелевокислаго кали.

4) 33% растворъ хлористаго марганца ($\text{MnCl}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$).

5) Растворъ, содержащій 50% йодаго натра и 10% йодистаго калия.

6) Конц. соляная кислота, не содержащая свободного хлора.

7) $\frac{1}{20}$ норм. растворъ сѣрноватистонатровой соли.

8) $\frac{1}{10}$ норм. растворъ двуххромокалиевой соли для установки титра раствора сѣрноватистонатровой соли (см. стр. 190 и слѣд.).

Ходъ опредѣленія. Къ взятой съ указанными предосторожностями пробѣ изслѣдуемой воды въ стеклянки 250—300 куб. сант., хорошо закрывающіяся притертыми пробками, прибавляютъ 1 куб. сант. конц. сѣрной кислоты и 20—50 куб. сант. $\frac{1}{10}$ норм. раствора марганцевокалиевой соли, плотно закрываютъ пробкой, хорошо взбалтываютъ и оставляютъ въ покоѣ на 10 минутъ. Затѣмъ избытокъ хамелеона разрушаютъ прибавленіемъ 0,5—0,1 куб. сант. раствора щавелевокислаго кали (реакт. 3), быстро открывъ и закрывъ стеклянку; содержимое стеклянки послѣ этого вновь дѣлается безцвѣтнымъ.

Дальнѣйшее опредѣленіе кислорода производится, какъ описано при способѣ Винклера, а именно: прибавляютъ изъ пипетокъ 1 куб. сант. раствора хлористаго марганца (реакт. 4) и сейчасъ-же вслѣдъ 3 куб. сант. щелочной смѣси съ йодистымъ калиемъ (реакт. 5), хорошо взбалтываютъ, даютъ осадку осѣсть и растворяютъ его въ 5 куб. сант. конц. соляной кислоты при частомъ встряхиваніи.

Прозрачную, желтую отъ выдѣлившагося іода жидкость переливаютъ въ коническую колбу и титруютъ сѣрноватистокислымъ натромъ съ крахмальнымъ клейстеромъ до исчезновенія синей окраски.

Въ виду того, что необходимо избѣгать избытка марганцевокалиевой соли, рекомендуется опредѣлить необходимый объемъ

хамелеона предварительнымъ опытомъ; самое лучшее, если этотъ избытокъ не превышаетъ 0,1 куб. сант. $\frac{1}{10}$ норм. раствора.

Расчеты. При вычисленіи результатовъ опредѣленія необходимо изъ объема воды исключить объемъ прибавленныхъ реактивовъ; въ остальномъ расчеты дѣлаются такъ-же, какъ указано выше при способѣ Винклера (стр. 193), принявъ во вниманіе, что въ данномъ случаѣ титрованный растворъ сѣрноватисто-натровой соли въ 5 разъ крѣпче, чѣмъ тотъ, который употребляется при оригинальномъ способѣ Винклера. По этой-же причинѣ и для установки титра сѣрноватистонатровой соли рекомендуется брать соотвѣтственно большіе объемы раствора двуххромокалиевой и другихъ реактивовъ.

Провѣрка видоизмѣненія способа Винклера, предложеннаго Ридеалемъ и Стюартомъ въ нашей лабораторіи (П. Васильева, 1912 г.) показала, что это видоизмѣненіе даетъ хорошіе результаты при опредѣленіи раствореннаго кислорода въ очень загрязненныхъ питьевыхъ и сточныхъ водахъ и безусловно удобнѣ поправки на нитриты, предложенной Винклеромъ. ¹⁾

Способы, измѣряющіе уменьшеніе раствореннаго кислорода при храненіи воды.

Показатель измѣняемости кислорода Леви.

Принципъ. (1885 г.). Чѣмъ вода даннаго водоема богаче органическими веществами, загрязненнѣе, тѣмъ, при прочихъ равныхъ условіяхъ, въ ней меньше кислорода; напр., въ рѣкѣ выше загрязняющаго ее города кислорода, раствореннаго въ водѣ, содержится больше, чѣмъ въ то-же время ниже города, такъ какъ часть кислорода въ городской чертѣ поглощается нечистотами, спускаемыми въ рѣку. Далѣе, чѣмъ подозрителнѣе въ санитарномъ отношеніи органическія вещества, имѣющіяся въ водѣ, тѣмъ они быстрѣе и больше поглощаютъ кислорода, особенно, если изслѣдуемую воду держать нѣкоторое время въ закрытомъ сосудѣ при температурѣ между 33—40° Ц. Въ поглощеніи раствореннаго въ водѣ кислорода принимаютъ участіе какъ бактеріи, такъ и мертвые органическія вещества (Хлопинъ).

П. И. Васильева, д-ръ ассист. Опредѣленіе раствореннаго въ питьевыхъ и сточныхъ водахъ кислорода по В. Винклеру, видоизмѣненному Стюартомъ и Ридеалемъ, Русскій Врачъ 1912 г., № 37. Литература.

Ходъ опредѣленія. Вода у источника наливается одновременно допoлнa въ двѣ хорошо закрывающіяся стеклянки съ притертыми пробками; въ одной изъ этихъ пробъ опредѣляется кислородъ немедленно; другая—безъ прибавленія реактивовъ—ставится на 48 часовъ въ термостатъ при 33° Ц. и послѣ этого времени въ ней также опредѣляется кислородъ; полученная между двумя опредѣленіями кислорода разница относится къ первоначальному количеству кислорода, найденному въ данной водѣ, и названа Леви „показателемъ измѣняемости кислорода“, который вычисляется по формулѣ:

$$K = \frac{m - n}{m}.$$

Въ этой формулѣ m обозначаетъ количество кислорода, содержащееся въ литрѣ воды до термостата, а n —количество его послѣ пребыванія воды въ термостатѣ въ теченіе 48 часовъ при 33° Ц.

Опредѣленіе кислорода рекомендуется дѣлать по способу Винклера, а не по способу Мора, видоизмѣненному Леви, такъ какъ послѣдній способъ не отличается точностью (Хлопинъ).

Способъ Шпитты (1900 г.). Принципъ тотъ же, что и у Леви. Одна изъ двухъ, изслѣдуемыхъ пробъ воды ставится на 48—72 часа въ закрытой стеклянкѣ при обыкновенной комнатной температурѣ, лучше при 20—22° Ц., въ обѣихъ пробахъ опредѣляется кислородъ и разница между количествомъ кислорода, найденномъ въ водѣ сейчасъ по взятіи пробы и тѣмъ, которое найдено черезъ 48 час., называется Шпиттой „поглощеніе кислорода воды въ 48 час.“ („Sauerstoffzehrung“). Расчетъ результатовъ дѣлается на 1 часъ времени стоянія воды въ закрытой стеклянкѣ.

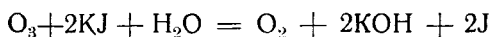
Болѣе низкая температура храненія воды дѣлаетъ способъ Шпитты менѣе чувствительнымъ, чѣмъ способъ Леви, и поэтому требуетъ удлиненія времени опыта. Оба способа сходны съ американскими пробами на „загниваемость“, примѣняемыми при анализѣ сточныхъ водъ.

Въ послѣднее время (1914 г.) Англійская Королевская Комиссія степень уменьшенія раствореннаго кислорода особенно рекомендуетъ для оцѣнки сточныхъ водъ (см. Анализъ сточныхъ водъ).

Опредѣленіе озона.

Для улучшенія и обезвреживанія питьевыхъ водъ въ послѣднее время примѣняется озонъ, который при правильномъ озонированіи содержится въ небольшихъ количествахъ (въ миллигр. на литръ) въ водѣ по выходѣ ея изъ озонирующихъ приборовъ (Добровольскій и Хлопинъ), но не долженъ содержаться въ водѣ при поступленіи ея въ водопроводную сѣть, потому что портитъ трубы. По этой причинѣ при контролѣ за работой установокъ для озонирования воды необходимо, кромѣ обычныхъ составныхъ частей, опредѣлять въ питьевой водѣ также и содержаніе озона.

Принципъ. Качественное и количественное опредѣленіе въ водѣ озона основано на слѣдующей реакціи:



Свободный іодъ съ крахмальнымъ клейстеромъ даетъ синюю окраску. Эта реакція доказательна только при отсутствіи въ водѣ другихъ соединений, выдѣляющихъ изъ іодистаго калия свободный іодъ, какъ то: хлора, азотистой кислоты, перекиси водорода и др.

Качественное опредѣленіе озона.

Растворенный въ водѣ озонъ открывается прибавленіемъ къ озонированной водѣ раствора іодистаго калия, подкисленнаго слабой сѣрной кислотой, и небольшого количества крахмального клейстера. Выдѣленный озономъ свободный іодъ съ крахмаломъ даетъ синее окрашиваніе.

Количественное опредѣленіе озона.

Цѣль опредѣленія. Задача изслѣдованія состоитъ въ томъ, чтобы опредѣлить количество озона тотъ часъ, въ моментъ взятія пробы, такъ какъ озонъ очень быстро исчезаетъ изъ воды и въ водѣ, простоявшей нѣсколько минутъ, его можно уже не найти.

Реактивы. 1) $\frac{1}{100}$ норм. растворъ сѣрноватистонаatroвой соли; 1 куб. сант. его $= \frac{\text{O}_3}{200} = \frac{48}{200} = 0,24$ миллигр. озона.

2) Растворъ двухромовокислой калиевой соли $\frac{1}{10}$ норм., содержащій 4,9070 грм. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ въ литрѣ, или $\frac{1}{100}$ норм. растворъ химически чистаго іода.

3) 10%-ный іодистый калий.

4) 1%-ный крахмальный клейстеръ.

5) 2%-ная сѣрная кислота.

Приготовление реактивовъ см. Иодометрія (стр. 68) и Определение кислорода (стр. 189 и слѣд.).

Установка титра сѣрноватистонатровой соли. См. Определение кислорода.

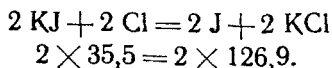
Ходъ опредѣленія. Въ калиброванную стеклянку съ притертой пробкой въ 400 куб. сант. предварительно вливаютъ 10 куб. сант. раствора іодистаго калия (30 грм. въ 1 литрѣ) и 10 куб. сант. 2%-ной сѣрной кислоты; затѣмъ въ стеклянку наливаютъ изслѣдуемую на озонъ воду съ тѣми-же предосторожностями, какъ и при опредѣленіи кислорода. Выдѣлившійся при этомъ свободный іодъ титруютъ, какъ при опредѣленіи кислорода по Винклеру, $\frac{1}{100}$ норм. сѣрноватистонатровой солью въ присутствіи крахмального клейстера. Расчеты производятся такъ-же, какъ при опредѣленіи кислорода; 1 куб. сант. $\frac{1}{100}$ норм. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 0,24$ мгр. O_3 , причемъ изъ емкости стеклянокъ вычитается объемъ прибавленныхъ реактивовъ.

Определение свободного хлора.

Вмѣсто озона въ послѣдніе годы начали примѣнять болѣе дешевый способъ обезвреживанія питьевой воды прибавленіемъ къ ней бѣлильной извести (CaCl_2O), хлорноватистонатровой соли (NaOCl), или свободного хлора.

Въ санитарномъ отношеніи этотъ дешевый и простой способъ обработки питьевой воды нѣсколько уступаетъ обработкѣ ея озономъ, т. к. въ обработанной водѣ можетъ оставаться нѣкоторый избытокъ хлора—вещества, портящаго вкусъ воды и безразличнаго для здоровья ¹⁾).

Принципъ. Свободный хлоръ выдѣляетъ изъ іодистаго калия эквивалентное количество іода, который и опредѣляется обычнымъ путемъ.



Реактивы. Тѣ-же, что при опредѣленіи кислорода и озона.

¹⁾ Проф. Г. В. Хлопинъ. Важнѣйшіе способы улучшенія водоснабженія. 1915 г., П. Изд. Союза Городовъ.

Качественное опредѣленіе.

Наливаютъ 100 куб. сант. изслѣдуемой воды въ простой колориметръ, прибавляютъ іодистаго калия, подкисляютъ слабой соляной или уксусной кислотой и приливаютъ крахмальнаго клейстера. Синяя окраска укажетъ на присутствіе въ водѣ хлора, если въ водѣ не было другихъ соединений, выдѣляющихъ іодъ изъ іодистаго калия, напр., азотисто-кислыхъ солей, озона и др., или поглощающихъ іодъ, напр., непредѣльныхъ углеводовъ, органическихъ кислотъ и др. Предѣлы чувствительности реакціи (Н. Эльмановичъ):

Сомнительная при содержаніи . . .	0,11	мгр. Cl въ 1 литрѣ
Едва замѣтная „ „ . . .	0,12	„ „ „ „ „
Замѣтная „ „ . . .	0,13	„ „ „ „ „
Слабая „ „ . . .	0,17	„ „ „ „ „
Ясная „ „ . . .	0,24	„ „ „ „ „
Рѣзкая „ „ . . .	0,40	„ „ „ „ „

Количественное опредѣленіе.

Принципъ. Тотъ-же самый, что и при качественномъ опредѣленіи, причемъ 1 куб. сант. $\frac{1}{100}$ норм. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 0,355$ мгрм. Cl.

Ходъ опредѣленія. Къ 100 куб. сант. изслѣдуемой воды прибавляютъ 5 куб. сант. 5% іодистаго калия и 2 куб. сант. 50% уксусной кислоты; выдѣлившійся іодъ титруется $\frac{1}{100}$ норм. растворомъ сѣрноватистонатровой соли съ крахмальнымъ клейстеромъ; допустимъ, что было истрачено на титрованіе 5 куб. сант. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Расчеты. 1 куб. сант. $\frac{1}{100}$ норм. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 0,355$ мгрм. Cl, слѣдовательно 5 куб. сант. $\frac{1}{100}$ норм. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ будетъ равняться $0,355 \times 5 = 1,775$ мгрм. Cl въ 100 куб. сант. изслѣдуемой воды и 17,75 мгрм. въ литрѣ.

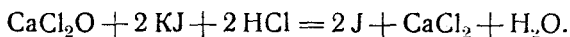
Опредѣленіе дѣйствующаго хлора въ продажной бѣлильной извести.

Берутъ пробу металлической ложкой изъ глубокихъ частей бочки, быстро ссыпаютъ въ стеклянную банку съ притертой пробкой и закупориваютъ, т. к. бѣлильная известь весьма гигроскопична; отвѣшиваютъ ея 3,55 грм., растираютъ въ фарфоровой

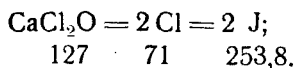
ступкѣ съ водой въ тѣсто и, продолжая растирать, приливаютъ воды до образованія молока, сливаютъ въ литровую колбу и разводятъ до мѣтки. Берутъ 10 куб. сант. этого раствора, прибавляютъ къ нему 50 куб. сант. $\frac{1}{100}$ ($\frac{1}{50}$) норм. раств. KJ, 5 капель соляной кислоты и крахмального клейстера; выдѣлившійся іодъ опредѣляютъ вышеописаннымъ способомъ. При указанной навѣскѣ извести количество куб. сант. $\frac{1}{100}$ норм. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, истраченное на титрованіе, выражаетъ содержаніе дѣйствующаго хлора въ процентахъ.

Расчеты. Взято для титрованія 0,0355 грм. бѣлильной извести; пошло на титрованіе 33,8 куб. сант. $\frac{1}{100}$ норм. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, слѣдовательно изслѣдованная соль содержитъ 33,8% дѣйствующаго хлора.

При этомъ реакція идетъ по равенству



Отсюда:



Химически чистая бѣлильная известь должна содержать $\frac{71}{127} = 55,0\%$ дѣятельнаго хлора, но продажная не содержитъ болѣе 40%.

Опредѣленіе углекислоты.

Углекислота въ питьевыхъ водахъ находится преимущественно въ соединеніи со щелочно-земельными основаніями, съ которыми образуетъ сравнительно растворимыя кислыя углекислыя соли (дву-углекислыя, бикарбонаты): $\text{Ca} < \frac{\text{HCO}_3}{\text{HCO}_3}$, $\text{Mg} < \frac{\text{HCO}_3}{\text{HCO}_3}$, и только небольшая часть ея соединена также съ щелочными основаніями.

При кипяченіи дву-углекислыя соли извести и магnezіи выдѣляютъ часть углекислоты и выпадаютъ въ осадокъ въ видѣ трудно растворимыхъ среднихъ углекислыхъ солей (монокарбонаты): CaCO_3 , MgCO_3 . Частичное осажденіе этихъ солей происходитъ въ жесткихъ водахъ при стояніи даже при комнатной температурѣ (ср. Жесткость воды).

Наконецъ, небольшое количество углекислоты въ водѣ не

соединено съ основаніями, а находится въ растворѣ, въ свободномъ состояніи.

Въ виду этого принято различать при опредѣленіяхъ:

1) Общее количество углекислоты, понимая подъ этимъ опредѣленіе углекислоты, которая входитъ въ составъ кислыхъ (бикарбонатовъ), среднихъ (карбонатовъ) углекислыхъ солей и углекислоту свободную.

2) Количество прочно-связанной углекислоты, которая входитъ въ составъ среднихъ углекислыхъ солей (монокрбонатовъ).

3) Количество полусвязанной углекислоты, которая входитъ въ составъ дву-углекислыхъ солей (бикарбонатовъ).

4) Количество свободной углекислоты (CO_2).

Въ дѣйствительности, вслѣдствіе весьма малой концентрации солей въ питьевой водѣ, соли угольной кислоты находятся въ состояніи диссоціаціи на іоны, что не вполне совпадаетъ съ вышеуказаннымъ практическимъ дѣленіемъ углекислоты.

Качественное опредѣленіе.

При прибавленіи ѣдкаго барита или известковой воды получается муть или осадокъ углекислаго барита или извести, которые можно собрать на фильтръ и растворить въ соляной кислотѣ (шипѣніе отъ выдѣленія углекислоты).

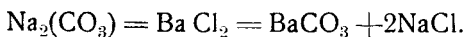
Свободную углекислоту открываютъ, прибавляя розоловую кислоту, которая остается желтой въ присутствіи свободной углекислоты и реагируетъ щелочно, т. е. даетъ розовую окраску съ бикарбонатами (Петтенкоферъ). Основанный на этомъ принципѣ способъ Триллиха для количественнаго опредѣленія свободной углекислоты не отличается точностью, такъ какъ значительное количество бикарбонатовъ маскируетъ присутствіе свободной углекислоты (Нолль).

Количественное опредѣленіе.

Опредѣленіе общаго количества углекислоты въсомъ.

Принципъ. Осаждаютъ прибавленіемъ избытка ѣдкаго барита (или ѣдкаго кальція) всю углекислоту въ видѣ нерастворимаго средняго углекислаго барита (BaCO_3), осадокъ отфильтровываютъ и разлагаютъ кислотой; освободившаяся углекислота улавливается

въ приборахъ для вѣсового опредѣленія углекислоты. Въ виду того, что углекислота, связанная съ щелочными основаніями (Na, K), однимъ ѣдкимъ баритомъ (или ѣдкимъ кальціемъ) сполна не осаждается, къ раствору ѣдкаго барита необходимо прибавлять нѣкоторое количество хлористаго барія (хлористаго кальція); тогда реакція идетъ до конца по равенству



Приборы. 1) Приборъ Фрезеніуса и Классена для опредѣленія углекислоты вѣсовымъ способомъ (рис. 52); приборъ

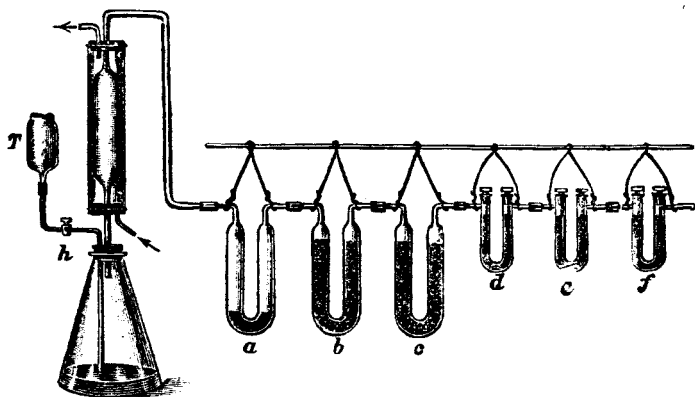


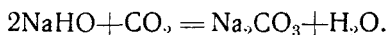
Рис. 52. Приборъ Фрезеніуса-Классена для вѣсового опредѣленія углекислоты.

имѣется въ продажѣ, но можетъ быть сдѣланъ и своими средствами. Собранный приборъ необходимо испытать на герметичность соединений, испытать „держитъ ли приборъ“. Каучуковые стыки должны быть возможно короткими, стеклянные трубки, соединяемые ими, должны касаться другъ друга; концы каучуковъ туго перевязываютъ тонкими шнурками и, гдѣ это возможно, замазываютъ замазкой изъ смѣси воска и канифоли. Включая у-образныя трубки по очереди, не трудно убѣдиться, въ какомъ мѣстѣ находится соединеніе, пропускающее воздухъ. При испытаніи правый отростокъ трубки *f* соединяютъ съ аспираторомъ или водянымъ насосомъ при закрытомъ кранѣ *h*.

Сосудъ *T* служитъ для приливанія кислоты въ коническую колбу, куда помещается осадокъ углекислаго барита вмѣстѣ съ фильтромъ; вытѣсненная углекислота съ парами воды прежде всего поступаетъ въ вертикальную, расширенную трубку, встав-

ленную въ болѣе широкій цилиндръ съ текущей черезъ него водой (холодильникъ Классена) и вслѣдствіе охлажденія освобождается отъ части водяныхъ паровъ; затѣмъ углекислота поступаетъ въ сушильныя трубки: а—наполненную перлами или пемзой, смоченными крѣпкой сѣрной кислотой (трубку а можно также наполнить пемзой, прокипяченной въ крѣпкомъ растворѣ сѣрнокислой мѣди, затѣмъ высушенной и прокаленной до превращенія зеленаго цвѣта въ бѣлый) и в и с—наполненные почти до верха мелкозернистымъ хлористымъ кальціемъ, и здѣсь въ полнѣ высушивается; въ трубкахъ со стеклянными кранами— d, которая наполнена мелкозернистой натристой известью и е, у которой лѣвое колѣно также наполнено натристой известью, а правое—хлористымъ кальціемъ, сухая углекислота нацѣло поглощается; по окончаніи опыта трубки d и е взвѣшиваются; вычитая изъ этого вѣса вѣсъ наполненныхъ трубокъ d и е до опыта, находятъ вѣсъ опредѣляемой углекислоты.

Въ поглотительную трубку е насыпаютъ хлористый кальцій для поглощенія конституціонной воды, которая выдѣляется изъ ѣдкаго натра при поглощеніи имъ углекислоты:



Эта вода входила въ вѣсъ наполненныхъ трубокъ d и е до опыта и должна въ нихъ остаться и послѣ опыта.

Трубка f играетъ роль предохранителя: правая ея половина наполнена натристой известью, а лѣвая—хлористымъ кальціемъ, поэтому при отрицательномъ давленіи въ приборѣ входящій черезъ эту трубку воздухъ будетъ освобожденъ отъ углекислоты и паровъ воды и не повредитъ опыту.

Вмѣсто трубокъ d и е, наполненныхъ натристой известью, употребляютъ также кали-аппаратъ, наполненный концентрированнымъ ѣдкимъ кали.

Описанный приборъ пригоденъ для вѣсового опредѣленія углекислоты не только въ водѣ, но и въ цѣломъ рядѣ твердыхъ углекислыхъ соединений.

2) Нѣсколько запасныхъ коническихъ колбъ для прибора Фрезениуса-Классена; онѣ-же служатъ и для взятія пробъ изслѣдуемой воды.

3) Аспираторъ—бутылъ съ водой, или водоструйный насосъ для просасыванія газовъ черезъ приборъ Фрезениуса-Классена.

4) Приборы для высушивания воздуха и для поглощения углекислоты: трубки и башня (рис. 53) с натровой известью и хлористым кальцием.

5) Кипповскій приборъ для развитія углекислоты (рис. 54) съ принадлежностями (рис. 55).

Реактивы. 1) Растворъ фдкаго барита съ хлористымъ баріемъ: 20 грм. $\text{Ba}(\text{OH})_2 + 8 \text{H}_2\text{O}$ и 0,2 грм. BaCl_2 растворяють въ 1 литръ воды.

2) 10%-ный хлористый барій.

3) Соляная кислота 1:3.

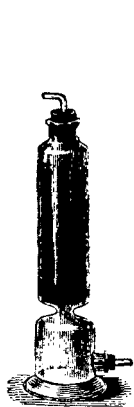


Рис. 53. Приборъ съ натровой известью для освобожденія воздуха отъ углекислоты (башня).

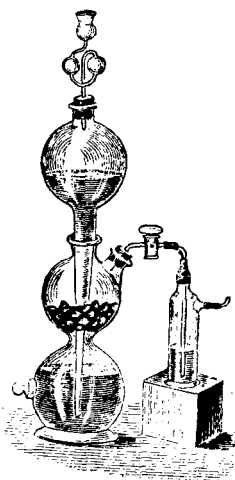


Рис. 54. Приборъ Киппа для получения углекислоты, водорода и другихъ газовъ.

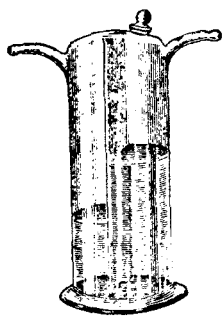


Рис. 55. Приборъ проф. Тищенко для промыванія газовъ съ вертикальной перегородкой, имѣющей отверстія внизу.

4) Конц. сѣрная кислота для высушивания углекислоты; ею смачивають стеклянные перлы или пемзу, которыми наполняется трубка а (рис. 52).

5) Хлористый кальцій для высушивания углекислоты; насыпается въ у-образныя трубки въ 200—400 куб. сант. (рис 52, b и c); такъ какъ продажный хлористый кальцій всегда содержитъ свободную окись кальція, которая можетъ связать часть опредѣляемой углекислоты, его необходимо насытить сухой углекислотой, пропустивъ послѣднюю изъ Кипповскаго прибора черезъ хлоркальціевыя трубки 1—2 мин. передъ началомъ опредѣленія и удаливъ затѣмъ изъ хлоркальціевыхъ трубокъ углекислоту

просасываніемъ въ теченіе 20 мин. воздуха, лишеннаго углекислоты.

6) Натристая известь въ зернахъ для поглощенія углекислоты насыпается въ 2 у-образныя трубки со стеклянными кранами (d и e, рис. 52).¹⁾

Ходъ опредѣленія. На мѣстѣ наполняютъ изъ источника водой бутылъ въ нѣсколько литровъ, плотно затыкаютъ и охлаждають до 4—5° Ц.; изъ этой бутылки переливаютъ сифономъ въ коническую колбу (отъ прибора Фрезениуса-Классена), предварительно взвѣшенную вмѣстѣ съ пробкой, около 250 куб. сант.

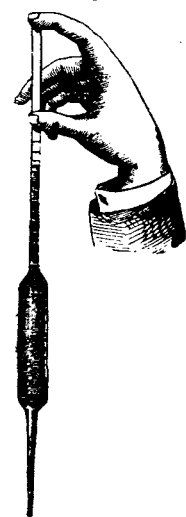


Рис. 56. Правильное держаніе пипетки.

изслѣдуемой воды, затыкаютъ и взвѣшиваютъ вторично. Такимъ образомъ опредѣляется точно вѣсъ, а слѣдовательно и объемъ взятой для изслѣдованія воды. Затѣмъ вливаютъ пипеткой (рис. 56) 50 куб. сант. ѣдкаго барита (реактивъ 1), 1 куб. сант. хлористаго барія (реактивъ 2) и, плотно заткнувъ пробкой, оставляютъ въ покоѣ на 12 часовъ. Осадокъ углекислаго барита осѣдаетъ вполнѣ на дно; прозрачную жидкость, не взмучивая осадка, быстро сливаютъ черезъ маленькій фильтръ, который, не промывая, кидаютъ въ колбу съ осадкомъ; колбу ставятъ на треножникъ съ азбестовой сѣткой, и, соединивъ съ другими частями прибора, приступаютъ къ опредѣленію углекислоты поглощеніемъ натристой известию.



Рис. 57. Колба для взятія воды.

Убѣдившись, что приборъ „держитъ“, наполнивъ воронку Т соляной кислотой (реактивъ 3), медленно вливаютъ ее въ колбу до полного растворенія осадка углекислаго барита съ такимъ расчетомъ, чтобы черезъ трубку а проходило не болѣе 3—4 пузырьковъ въ секунду. Не выпуская всей кислоты изъ воронки,

¹⁾ Натристая известь должна быть свѣжей, чистой, мелкозерновой (pro analyse) и храниться въ хорошо закупоренныхъ банкахъ по 50—100 грм., залитыхъ парафиномъ или замазкой. Если нѣтъ надежнаго реактива, лучше приготовить его ex tempore изъ чистой прокаленной извести (CaO), погашая ее конц. растворомъ ѣдкаго натра въ желѣзномъ сосудѣ до полученія твердой пористой массы, которую затѣмъ измельчаютъ на мелкія зерна и просѣиваютъ.

убираютъ ее, закрываютъ кранъ h и, пропуская токъ холодной воды черезъ холодильникъ, постепенно нагрѣваютъ до слабого кипѣнія содержимое колбы.

Въ концѣ нагрѣванія для удаленія послѣднихъ слѣдовъ углекислоты, открывъ кранъ h и соединивъ конецъ трубки выше крана h съ трубкой, наполненной натристой известью, а противоположный конецъ прибора (правое колѣно f) съ аспираторомъ, просасываютъ медленно черезъ приборъ воздухъ (3—4 пузырька въ секунду).

Почти вся углекислота поглощается въ трубкѣ d, отчего она на ощупь нагрѣвается, трубка e обыкновенно остается холодной. Прекративъ нагрѣваніе колбы и просасываніе воздуха, даютъ прибору остыть и затѣмъ вновь въ теченіи 20 мин. просасываютъ воздухъ; затѣмъ закрываютъ краны у трубокъ d и e и каждую отдѣльно взвѣшиваютъ на точныхъ вѣсахъ, давъ имъ передъ взвѣшиваніемъ въ теченіи 20 мин. пребыть на чашкѣ вѣсовъ и принять температуру окружающаго воздуха.

Чтобы избѣжать переливанія изслѣдуемой воды изъ одного сосуда въ другой и возможныхъ при этомъ потерь углекислоты, поступаютъ такимъ образомъ: берутъ нѣсколько колбъ съ одинаковыми горлышками, емкостью въ 250—300 куб. сант., подходящихъ къ прибору Фрезениуса-Классена, съ каучуковыми пробками съ двумя отверстиями (рис. 57); въ одно изъ отверстій вставлена трубка, доходящая почти до дна (a), въ другое—трубка (d), оканчивающаяся внутри подъ нижнимъ краемъ пробки, но съ болѣе длиннымъ, чѣмъ у первой, наружнымъ концемъ; на наружные концы трубокъ надѣты каучуковыя трубки, длиной около 5 сант., съ зажимами Мора.

Заткнувъ колбы пробками и прососавъ черезъ нихъ воздухъ, освобожденный отъ углекислоты, въ направленіи отъ длинной трубки (г) къ короткой, вливаютъ въ каждую колбу черезъ длинную трубку изъ пипетки по 50 куб. сант. ѣдкаго барита, пріоткрывъ оба зажима; затѣмъ колбы взвѣшиваютъ, вѣсъ записываютъ и на мѣстѣ непосредственно изъ источника наливаютъ черезъ длинную трубку (a) воды около 200—250 куб. сант. и, по возвращеніи въ лабораторію, взвѣшиваютъ, чтобы точно опредѣлить вѣсъ и объемъ воды, взятой для изслѣдованія. Изъ открытаго водоема трсбуемое количество воды можно взять, погрузивъ колбы такимъ образомъ, чтобы верхній, болѣе короткий конецъ трубки (a) безъ каучука погрузился подъ воду, а болѣе

длинный наружный конец второй трубки съ каучукомъ и зажимомъ оставался надъ поверхностью; открывая зажимъ, наполняютъ колбы водой до желаемаго объема.

Описанный приемъ дѣлается много удобнѣе, если вмѣсто раствора ѣдкаго барита брать прокаленную ѣдкую известь (CaO , 3—4 грм.) и кристаллическій хлористый кальцій (CaCl_2 , 3—4 грам.); при этомъ особымъ опытомъ необходимо ввести поправку, такъ какъ известь содержитъ небольшія количества углекислой извести.

Опредѣленіе общаго количества углекислоты титрованіемъ.

Принципъ. Принципъ способа тотъ-же самый, что въ вѣсовомъ способѣ, но вмѣсто того, чтобы въ приборѣ Фрезениуса-Классена поглощать углекислоту натристой известью, или ѣдкимъ кали и ее взвѣшивать, углекислоту пропускаютъ черезъ титрованный баритовый растворъ, которымъ она и поглощается; растворъ ѣдкаго барита наливается въ двѣ длинныя трубки, употребляемая для той-же цѣли при опредѣленіи углекислоты въ воздухъ по способу Петтенкофера; вторую верхнюю трубку соединяютъ съ аспираторомъ.

Реактивы: 1) Титрованный растворъ ѣдкаго барита, установленный по щавелевой кислотѣ. Отвѣшиваютъ около 9 грм. ѣдкаго барита $[\text{Ba}(\text{OH})_2 + 8\text{H}_2\text{O}]$ и 0,5 грм. хлористаго барія (BaCl_2), всыпаютъ въ бутылъ и приготавливаютъ 1 литръ раствора. Бутылъ имѣетъ пробку съ двумя отверстіями; въ одно изъ этихъ отверстій вставлена почти до дна трубка, наружный конецъ которой изогнуть внизъ, и на него надѣтъ каучукъ съ зажимомъ; эта трубка можетъ служить сифономъ; въ другое отверстіе вставлена трубка, оканчивающаяся подъ пробкой; наружный конецъ второй трубки коротокъ и на него насажена трубка, наполненная натронной известью. Когда мутная жидкость совершенно отстоится, ее переливаютъ сифономъ въ другую стклянку съ такой-же пробкой, но поставленную ниже первой, соединивъ длинную трубку-сифонъ верхней бутылки съ такой-же трубкой нижней бутылки.

2) Титрованный растворъ щавелевой кислоты такой крѣпости, чтобы 1 куб. сант. ея соотвѣтствовалъ 1 миллигр. углекислоты (CO_2), т. е.
$$\frac{\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O}}{\text{CO}_2} = \frac{126}{44} = 2,865 \text{ грм. перекристаллизованной и высушенной между бумагой щавелевой кислоты}$$

въ литръ воды. 1 mgr. CO_2 при 0° и 760 mgr. давленія занимаетъ объемъ въ 0,506 куб. сант., поэтому, умножая вѣсъ CO_2 , выраженный въ mgr., на 0,506, получаемъ объемъ CO_2 въ куб. сант. Для обратнаго пересчета необходимо знать, что 1 куб. сант. CO_2 при 0° и 760 мм. давленія вѣситъ 1,977 mgrm.

3) Индикаторъ фенолфталеинъ.

Установка титра. Въ колбу около 100 куб. сант. пипеткой вливаютъ изъ бутылки 25 куб. сант. ѣдкаго барита (не выдувать послѣдней капли!), прибавляютъ 3 капли фенолфталеина и быстро титруютъ фіолетово-красную жидкость щавелевой кислотой до полного обезцвѣчиванія содержимаго колбы. При стояніи иногда вновь появляется фіолетово-красная окраска вслѣдствіе обратной реакціи, но на нее не обращаютъ вниманія. Положимъ, что на 25 куб. сант. барита пошло 20 куб. сант. щавелевой кислоты; слѣдовательно 25 куб. сант. ѣдкаго барита соотвѣтствуютъ 20 mgr. CO_2 , т. к. 1 куб. сант. щавелевой кислоты соотвѣтствуетъ 1 mgrm. углекислоты. Титрованіе дѣлается быстро, колбочка затыкается пальцемъ и взбалтывается круговыми движеніями, чтобы свести поглощеніе углекислоты изъ воздуха до минимума.

Ходъ опредѣленія. Воды было взято для изслѣдованія 250 куб. сант., ѣдкаго барита было налито изъ пипетки въ каждую изъ двухъ трубокъ по 100 куб. сант.; CO_2 пропускаютъ по направленію къ концамъ трубокъ, имѣющимъ шарики. По окончаніи поглощенія углекислоты ѣдкой барить изъ каждой трубки отдѣльно переливаютъ на открытомъ воздухѣ черезъ узкій конецъ въ 2 стеклянки съ притертой пробкой въ 120—150 куб. сант., даютъ осадку углекислаго барита вполне осѣсть и, не взмучивая осадка, берутъ въ колбу пипеткой 25 куб. сант. прозрачнаго ѣдкаго барита и титруютъ съ фенолфталеиномъ до обезцвѣчиванія. Операцию титрованія повторяютъ два и даже три раза съ новыми порціями ѣдкаго барита. Чтобы не взмутить осадка, на верхній конецъ пипетки, которой берется барить, надѣваютъ каучуковую трубку съ моровскимъ зажимомъ, а нижній конецъ пипетки опускаютъ въ барить на извѣстную глубину, на которой и фиксируютъ его лѣвой рукой у горла стеклянки (рис. 58).

Сдѣлавъ выдохъ и слегка пріоткрывъ моровскій зажимъ, плавно насасываютъ барить въ пипетку нѣсколько выше мѣтки и, закрывъ зажимъ, осторожно вынимаютъ пипетку изъ стеклянки и вновь затыкаютъ стеклянку пробкой; избытокъ барита изъ пипетки спускаютъ до черты и, погрузивъ конецъ пипетки до дна,

вливаютъ баритъ въ колбочку для титрованія. При такомъ приѣмѣ можно взять три раза по 25 куб. сант. ѣдкаго барита и не взмутить осадка.

Расчетъ. Послѣ опыта на титрованіе 25 куб. сант. барита пошло 9,7 куб. сант. щавелевой кислоты; до опыта на 25 куб. сант. того-же самого раствора барита шло 20 куб. сант. щавелевой кислоты; слѣдовательно на $20 - 9,7 = 10,3$ куб. сант. щавелевой кислоты каждые 25 куб. сант. раствора барита сдѣлались слабѣе вслѣдствіе нейтрализаціи части его углекислотой. Въ первой трубкѣ было налито 100 куб. сант. ѣдкаго барита, слѣдовательно для пересчета на этотъ объемъ необходимо разницу въ 10,3 куб. сант. щавелевой кислоты умножить на $4:10,3 \times 4 = 41,2$ куб. сант. или 41,2 мгм. углекислоты; это количество содержалось въ взятыхъ для изслѣдованія 250 куб. сант. воды; поэтому въ 1000 куб. сант. изслѣдуемой воды содержится $41,2 \times 4 = 164,8$ мгм. углекислоты. Для пересчета на куб. сант. 164,8 умножаютъ на 0,506 и получаютъ 83,4 куб. сант.

При правильномъ веденіи анализа ѣдкій баритъ во второй трубкѣ остается прозрачнымъ и титръ его неизмѣненнымъ, поэтому титровать его излишне. Если-же и во второй трубкѣ во время опредѣленія появилась муть, баритъ титруютъ и результаты опредѣленія углекислоты суммируютъ съ предыдущими.

Опредѣленіе свободной и полусвязанной углекислоты по Петтенкоферу.

Принципъ. Если въ водѣ имѣются кислыя углекислыя соли (бикарбонаты) и свободная углекислота, то часть титрованного раствора барита, прибавленнаго къ водѣ въ избыткѣ, нейтрализуется свободной и полусвязанной углекислотой (но не прочно-связанной) и по уменьшенію титра барита могутъ быть опре-

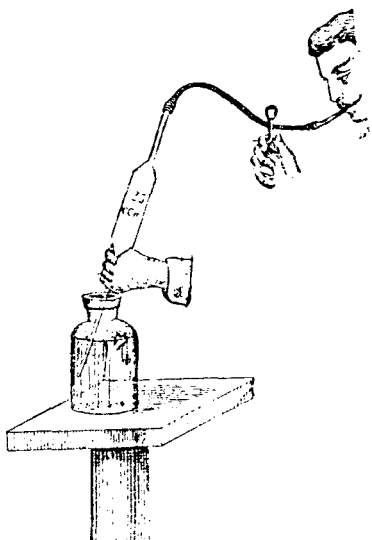
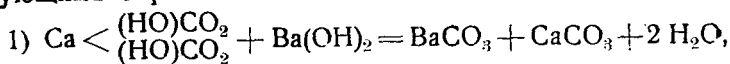
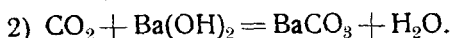


Рис. 58. Насасызаніе жидкостей безъ взмучиванія осадка.

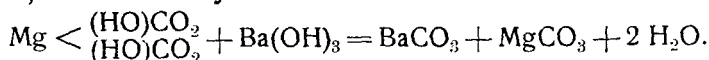
дѣлены количества той и другой углекислоты. Реакціи идутъ слѣдующимъ образомъ:



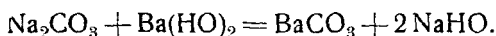
Кислый углекислый
кальцій.



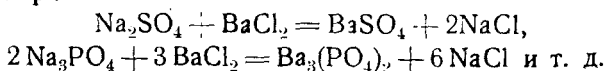
Такимъ образомъ каждая молекула ѣдкаго барита осаждаетъ по одной молекулѣ свободной и полусвязанной углекислоты (CO_2). Аналогично идетъ реакція, хотя и менѣе правильно, съ кислымъ углекислымъ магнеіемъ:



Что-же касается углекислыхъ, сѣрно-кислыхъ, фосфорно-кислыхъ и другихъ солей щелочныхъ основаній, то при дѣйствіи на нихъ ѣдкаго барита выдѣляется свободный ѣдкій натръ и ѣдкій кали. Напр.:



Для уничтоженія этой вредной реакціи вмѣстѣ съ ѣдкимъ баритомъ прибавляется еще нейтральный растворъ хлористаго барія, который разлагаетъ всѣ соли щелочныхъ основаній съ образованіемъ соли барія соотвѣтственной кислоты и хлористаго натрія. Напр.:



Реактивы. Тѣ-же, что и при опредѣленіи общаго количества CO_2 титрованіемъ. 1) Растворъ ѣдкаго барита: 9 грм. $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O} + 0,5$ грм. BaCl_2 въ литрѣ (см. стр. 209).

2) Растворъ щавелевой кислоты ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$) 2,865 грм. въ литрѣ. 1 куб. сант. его соотвѣтствуетъ 1 мгрм. или 0,503 куб. сант. углекислоты.

3) 10%-ный хлористый барій.

4) Индикаторъ фенолфталеинъ.

Приборы. Нѣсколько колбъ въ 200 куб. сант. съ каучуковыми пробками, которыя употребляются для взятія пробъ воды при опредѣленіи общаго количества углекислоты (рис. 57).

Ходъ опредѣленія. Въ коническую колбу въ 200 куб. сант., освобожденную отъ углекислоты просасываніемъ воздуха не содержащаго углекислоты, черезъ трубку (а) въ лабораторіи вливаютъ спеціальной пипеткой 45 куб. сант. ѣдкаго барита и 5 куб.

сант. нейтральнаго 10% хлористаго барія; на мѣстѣ изъ источника такимъ-же способомъ вливають 100 куб. сант. изслѣдуемой воды, хорошо взбалтываютъ и оставляютъ въ покоѣ на 12 часовъ; затѣмъ берутъ пипеткой, не взмучивая осадка, 25 куб. сант. прозрачной жидкости и титруютъ по предыдущему съ фенолфталеиномъ. Титрованіе повторяется съ новыми порціями въ 25 куб. сант. ѣдкаго барита еще 1—2 раза и для расчетовъ берутъ среднюю изъ послѣднихъ титрованій.

Расчетъ. Такъ какъ для титрованія была взята только $\frac{1}{150}$ (25) всей жидкости, то полученный результатъ, выраженный въ mgr. CO_2 , необходимо умножить на 6 и тогда опредѣлится количество углекислоты во взятомъ для изслѣдованія объемѣ воды, т. е. въ 100 куб. сант.; умноживъ еще на 10, получимъ количество свободной и полусвязанной углекислоты въ литрѣ изслѣдуемой воды; допустимъ, что получилось 100,3 mgr. CO_2 въ 1 литрѣ.

Опредѣливъ общее количество углекислоты въ 164,8 mgr. въ литрѣ, а количество свободной и полусвязанной вмѣстѣ въ 100,3 mgr. въ литрѣ, вычисляемъ:

1) Количество прочносвязанной углекислоты, вычитая изъ общаго количества сумму свободной и полусвязанной CO_2 :

$$164,8 - 100,3 = 64,5 \text{ mgr. } \text{CO}_2.$$

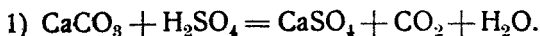
2) Количество полусвязанной—оно всегда равно количеству прочносвязанной, т. е. въ данномъ случаѣ равно также 64,5 mgr.

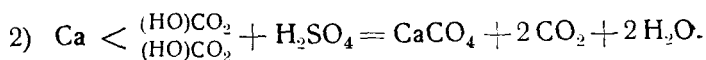
3) Количество свободной CO_2 , вычитая прочносвязанную и полусвязанную ($64,5 + 64,5 = 129$ mgr.) изъ общаго количества углекислоты:

$$164,8 - 129 = 35,8 \text{ mgr. } \text{CO}_2.$$

Опредѣленіе прочносвязанной углекислоты по способу Лунге.

Принципъ. При титрованіи углекислыхъ и кислыхъ углекислыхъ солей сѣрной кислоты съ индикаторомъ метилоранжемъ сѣрная кислота замѣщаетъ углекислоту углекислыхъ солей (т. е. прочно связанную) молекула за молекулу и появленіе красной окраски укажетъ тотъ моментъ, когда углекислая и двууглекислая соли превратятся въ сѣрнокислая по равенствамъ:





Въ обоихъ случаяхъ 1 молек. H_2SO_4 соотвѣтствуетъ 1 молек. прочносвязанной CO_2 (ср. Опредѣленіе щелочности и кислотности воды, стр. 74 и 75).

Реактивы. 1) Титрованный растворъ сѣрной кислоты; 1 куб. сант. его соотвѣтствуетъ 1 мгрм. CO_2 (т. е. соотвѣтствующій раствору щавелевой кислоты 2,865 грм. въ 1 литрѣ). Навѣска H_2SO_4 высчитывается изъ отношенія: $\frac{\text{H}_2\text{SO}_4}{\text{CO}_2} = \frac{98}{44} = 2,2273$ грм. на литръ.

2) Индикаторъ метилоранжъ.

Установка титра сѣрной кислоты. Установка можетъ быть сдѣлана по одному изъ способовъ, описанныхъ выше (стр. 52 и 102), а также по раствору ѣдкаго барита, установленному по щавелевой кислотѣ.

Ходъ опредѣленія. Въ стаканъ точно отмѣриваютъ 200 куб. сант. изслѣдуемой воды и, прибавивъ нѣсколько капель метилоранжа, титруютъ желтую жидкость сѣрной кислотой до появленія красной окраски.

Расчетъ. Если 1 куб. сант. сѣрной кислоты точно соотвѣтствовалъ 1 мгрм. углекислоты, то число куб. сант. сѣрной кислоты, израсходованное на титрованіе, даетъ въ миллиграммахъ количество прочносвязанной углекислоты въ 200 куб. сант. воды, взятыхъ для изслѣдованія; умножая результатъ на 5, найдемъ содержаніе прочносвязанной углекислоты въ литрѣ воды.

Опредѣливъ общее количество углекислоты и прочносвязанную, по предыдущему, легко вычислить количество полусвязанной и свободной углекислоты, не прибѣгая къ опредѣленію послѣднихъ по способу Петтенкофера.

Въ водѣ не должно быть желѣза (Тильмансъ¹⁾).

Способы опредѣленія связи подземныхъ источниковъ между собой и съ поверхностными водами.

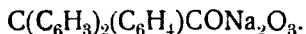
Въ нѣкоторыхъ случаяхъ для санитарной экспертизы необходимо рѣшить вопросъ, не загрязняются ли грунтовые воды во-

¹⁾ Zeitschr. 1910 г. Bd. 20, S. 619.

дами поверхностными. Особенное вниманіе на возможность загрязненія грунтовыхъ водъ возбудили взрывы эпидемій брюшного тифа въ Парижѣ, который снабжается водой изъ подземныхъ ключей. Тщательное обслѣдованіе района ключей показало, что вода ихъ загрязнялась и заражалась нечистотами съ поверхности земли черезъ трещины, образовавшіяся въ известковыхъ водоносныхъ пластахъ. Аналогичный вопросъ стоитъ въ настоящее время на очереди въ Петроградѣ по отношенію къ грунтовымъ водамъ силлурійскаго плато (районъ Царскаго села и Петергофа); грунтовые воды этого плато такъ-же, какъ и парижскія, залегаютъ въ известнякахъ и имѣютъ сообщеніе съ поверхностью черезъ воронки, въ которыя стекаютъ подъ землю весеннія талыя воды (по изслѣдованіямъ Центр. Геологическаго Комитета, произведеннымъ Н. Ф. Погребовымъ). Подозрительное сообщеніе грунтовыхъ водъ съ поверхностными можетъ быть открыто съ помощью систематическихъ санитарныхъ изслѣдованій грунтовой воды въ теченіе круглаго года. При этомъ во время таянія снѣга и въ періоды дождей химическимъ анализомъ обнаруживается измѣненіе въ количествѣ растворенныхъ въ водѣ веществъ (сухого остатка воды, жесткости и т. п.) и появляются иногда соединенія, указывающія на загрязненіе съ поверхности (азотистая кислота, амміакъ, органическія вещества). Въ то-же время бактериологическій анализъ обнаруживаетъ значительное увеличеніе числа бактерій, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ и появленіе среди бактерій микробовъ, указывающихъ на зараженіе грунтовыхъ водъ изверженіями съ поверхности, напр., микроорганизмами, живущими въ кишечникѣ людей (кишечная палочка).

Слѣдующіе приемы даютъ возможность доказать связь поверхностныхъ водъ съ грунтовыми болѣе простыми и наглядными способами.

Способъ съ флуоресценномъ. Изъ многихъ красокъ, испытанныхъ для указанной цѣли, наилучшіе результаты даетъ флуоресценинъ въ видѣ его растворимой въ водѣ натровой соли слѣдующаго состава:



Флуоресценинъ получается нагрѣваніемъ 2 молекулъ резорцина и 1 молекулы фталеваго ангидрида при 190—200 Ц. и служитъ исходнымъ веществомъ для полученія большинства кислыхъ

фталевыхъ красокъ, къ которымъ принадлежать, напр., эозины и друг. Натровая соль флуоресцеина (коричнево-красный порошокъ) даетъ водный растворъ краснаго цвѣта съ красивой зеленой флуоресценціей при отраженномъ свѣтѣ. Эта флуоресценція замѣтна простымъ глазомъ при разведеніи 1 ч. краски 500.000 ч. воды, а съ помощью спеціальнаго колориметра—флуорескопа даже въ разведеніи 1 ч. на миллиардъ частей воды (рис. 54); послѣднее разведеніе соотвѣтствуетъ 1 грм. краски на 2000 куб. метровъ воды.

Для опыта готовятъ 2%-ный растворъ флуоресцеина и этотъ растворъ вливаютъ въ буровую скважину или въ воронку, черезъ которую стекаютъ въ почву поверхностныя воды. Затѣмъ, въ источникѣ, въ которомъ ожидаютъ появленія краски, берутъ для изслѣдованія воду черезъ каждый часъ въ теченіи 10—12 дней. Если вода источника мутна, передъ изслѣдованіемъ ее фильтруютъ.

Смотря по разстоянію, которое должна пройти краска подъ землей, употребляемое количество ея колеблется въ широкихъ предѣлахъ—отъ 100 до 800 грм. Въ большинствѣ случаевъ достаточно 100—300 грм., если разстояніе не превышаетъ 5 верстъ.

Чтобы увеличить чувствительность реакціи, Трійлья предложилъ разсматривать изслѣдуемую воду въ трубкѣ, длиною въ 120 сант. съ діаметромъ въ 2 сант.; нижній конецъ трубки заткнуть черной пробкой; для контроля такой-же длины и діаметра трубка наполняется водой, не содержащей флуоресцеина. Марбутенъ видоизмѣнилъ флуороскопъ Трійлья, уменьшивъ длину трубокъ до 95 сант. и увеличивъ число ихъ до 12; при этомъ онъ трубки вставилъ въ деревянный штативъ; нижніе концы трубокъ въ флуороскопѣ Марбутена также заткнуты зачерненными каучуковыми пробками. Въ трубки смотрятъ сверху внизъ; блестящій флуоресцирующій конусъ на днѣ трубокъ вблизи черной поверхности пробокъ служитъ характернымъ указателемъ присутствія краски въ изслѣдуемой водѣ (рис. 59).

Съ помощью флуоресцеина удавалось установить связь между источниками, находящимися другъ отъ друга въ разстояніи до 19 верстъ, причемъ скорость движенія краски подъ землей равнялась отъ 100 до 320 метровъ въ часъ.

Пріемъ Ольмюллера и Майгофера. При отсутствіи флуороскопа, или при посторонней окраскѣ воды, Ольмюллеръ предложилъ брать 400 куб. сант. изслѣдуемой воды, подкислить

ее уксусной кислотой, концентрировать до 50 куб. сант. и взболтать съ подкисленнымъ соляной кислотой эфиромъ. Послѣ этого эфиръ сливають и взбалтываютъ съ подщелоченной водой, въ которой флуоресценинъ и растворяется. Изслѣдуя этотъ растворъ въ темной камерѣ черезъ двояковыпуклое стекло въ пучкѣ сходящихся лучей, открываютъ присутствіе флуоресцеина по красивой игрѣ оттѣнковъ.

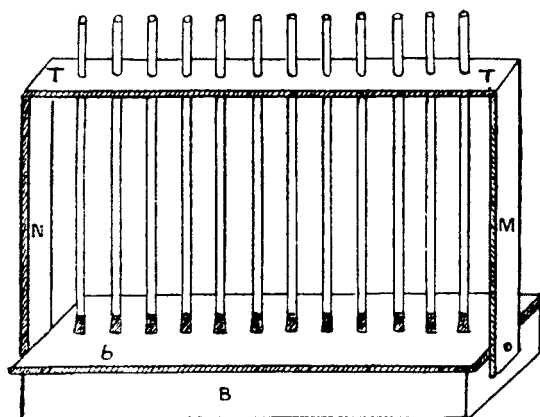


Рис. 59. Флуороскопъ Марбутена.

Майгоферъ выдѣляетъ флуоресценинъ изъ воды животнымъ углемъ. Для этого берутъ 2—4 литра изслѣдуемой воды и взбалтываютъ 15 минутъ съ небольшимъ количествомъ животного угля (прибавляютъ 1—2 раза съ кончика ножа), даютъ углю осѣсть, сливають воду, собираютъ уголь на фильтрѣ, высушиваютъ его при 100° Ц. и обрабатываютъ 10 куб. сант. спирта, подщелоченнаго амміакомъ. Краска переходитъ въ спиртъ и открывается изслѣдованіемъ въ сходящемся свѣтѣ. Оба послѣднихъ приѣма позволяютъ открыть 1 ч. флуоресцеина въ 4 милліардахъ ч. воды.

Способъ съ бактеріями. вмѣсто красокъ примѣняютъ также цвѣтныя безвредныя бактеріи, напримѣръ чудесную палочку (*Bacillus prodigiosus*), вырабатывающую красный пигментъ, и нѣкоторые другіе пигментные микроорганизмы. Какъ было упомянуто (стр. 32), чудесная палочка была съ успѣхомъ примѣнена при изслѣдованіяхъ подземныхъ грунтовыхъ водъ на берлинскомъ водопроводѣ.

Способъ съ дрожжами. Микель предложилъ пользоваться дрожжами и при изслѣдованіи на загрязненіе парижскихъ ключей, вливалъ въ воронки и трещины почвы въ области ключей Ивра и Ванны отъ 1 до 20 килограммовъ пивныхъ дрожжей, разболтанныхъ въ водѣ. Изслѣдуемая вода бралась порціями въ 50 куб. сант., смѣшивалась съ 100 куб. сант. пептонной воды съ сахаромъ и ставилась въ термостатъ. Присутствіе дрожжей узнавалось по спиртовому броженію. Понятно, что необходимо предварительно убѣдиться, что вода не содержала дрожжевыхъ грибовъ до опыта. Способъ Микеля менѣе чувствителенъ, чѣмъ съ бактеріями вслѣдствіе большихъ размѣровъ дрожжей сравнительно съ бактеріями.

IV. Указанія для изслѣдованія и санитарной оцѣнки сточныхъ водъ.

При изслѣдованіи сточныхъ водъ необходимо обращать особое вниманіе на взятіе пробъ для анализа вслѣдствіе измѣнчивости состава этихъ водъ въ теченіе даже однихъ сутокъ и трудности взять дѣйствительно „среднюю“ пробу, характеризующую средній составъ сточныхъ водъ города, данной фабрики или завода. Для того, чтобы цѣлесообразно направить анализъ, необходимо быть хорошо освѣдомленнымъ относительно техники производства и примѣняемыхъ въ производствѣ веществъ, подозрительныхъ въ санитарномъ отношеніи (такowymi являются соли тяжелыхъ металловъ, хромъ, мышьякъ, краски, смолы и т. д.), а также съ типами сточныхъ водъ различныхъ отдѣловъ фабрикъ (см. въ приложеніи списокъ фабрикъ и заводовъ).

При контролѣ за очистительными сооруженіями необходимо брать пробы сточной воды одновременно до очистки и послѣ выхода изъ очистительныхъ сооружений и результаты изслѣдованія сравнивать съ тѣми санитарными требованіями, которыми должны удовлетворять очищенныя сточныя воды.

Вопросъ о необходимости у насъ въ Россіи издать распоряженія, которыя положили-бы начало фактической охранѣ питьевыхъ водъ отъ загрязненія и контролю за надлежащей очисткой сточныхъ водъ, спускаемыхъ въ водоемы общаго пользо-

ванія, служащіе для населенія источниками питьевой воды, былъ поднятъ нами еще въ 1902 г. ¹⁾, затѣмъ еще разъ въ 1906 г. въ докладѣ Медицинскому Совѣту о загрязненіи сточными водами р. Перетны писчебумажными фабриками г-ва Пабсбургъ. Для предварительнаго разсмотрѣнія этого дѣла Медицинскій Совѣтъ образовалъ особую комиссію. ²⁾

Въ особой запискѣ, внесенной мною въ эту комиссію, были приведены слѣдующія соображенія по возбужденному вопросу.

Давая Медицинскому Совѣту по нѣкоторымъ дѣламъ заключенія, касающіяся вопросовъ, связанныхъ съ загрязненіями питьевыхъ водъ селеніями, фабриками и заводами, мы встрѣчали большое затрудненіе высказаться по нѣкоторымъ изъ этихъ дѣлъ вслѣдствіе отсутствія какихъ-либо установленныхъ закономъ или практикою Медицинскаго Совѣта опредѣленныхъ критеріевъ для сужденія о степени очистки сточныхъ водъ.

Вмѣстѣ съ этимъ наше вниманіе обратило на себя еще и то обстоятельство, что представляемый на заключеніе Медицинскаго Совѣта матеріаль чрезвычайно разнороденъ и нерѣдко не содержитъ въ себѣ даже самыхъ необходимыхъ для рѣшенія вопроса свѣдѣній.

Такъ, въ нѣкоторыхъ случаяхъ представляются въ Медицинскій Совѣтъ для изслѣдованія только пробы воды, взятыя изъ загрязняемаго источника, обыкновенно выше и ниже спуска сточныхъ водъ; въ другихъ случаяхъ, посылаются для экспертизы только пробы сточныхъ водъ, поступающихъ въ загрязняемый водоемъ, и не присылаются пробы воды изъ самого водоема выше и ниже спуска въ нихъ сточныхъ водъ; наконецъ, встрѣчаются случаи, когда для экспертизы берутся и сточныя воды и пробы воды изъ загрязняемаго водоема. Столь же разнообразны и методы, примѣняемые для выемки и анализа пробъ.

Очевидно, для надлежащей экспертизы необходимо установить опредѣленный и однообразный способъ забираія пробъ для представленія ихъ на экспертизу, для ихъ изслѣдованія и

¹⁾ Г. В. Хлопинъ. Загрязненіе проточныхъ водъ хозяйственными и фабричными отбросами и т. д. Юрьевъ, 1902 г. 2-ое изданіе.

²⁾ Комиссія состояла изъ членовъ Мед. Сов.: Л. Б. Бертенсона, А. А. Веденяпина, В. В. Подвысоцкаго и Г. В. Хлопина (предсѣдатель комиссіи).

доставленія всѣхъ другихъ, необходимыхъ для заключенія свѣдѣній по извѣстной программѣ.

При подготовленіи матеріала для занятій образованной Медицинскимъ Совѣтомъ комиссіи о выработкѣ нормъ для очистки сточныхъ водъ, нами были изучены всѣ дѣла о загрязненіи водъ, бывшія на разсмотрѣніи Медицинскаго Совѣта за послѣднія шесть лѣтъ (съ 1900 г.). Изученіе этихъ дѣлъ подтвердило справедливость вышеуказанныхъ замѣчаній и кромѣ того поставило еще нѣсколько новыхъ вопросовъ.

Изъ разсмотрѣнія экспертизъ, сдѣланныхъ на мѣстахъ, можно было вывести заключеніе, что эксперты не руководствуются никакими принципами при оцѣнкѣ дѣйствія приборовъ, очищающихъ сточныя воды, такъ какъ, напр., въ нѣкоторыхъ случаяхъ сточную воду, издающую фекальный запахъ, эксперты признавали достаточно очищенной и разрѣшали къ спуску въ водоемъ, служащій источникомъ питьевой воды для ниже лежащихъ по теченію селеній. Это обстоятельство можно объяснить только отсутствіемъ, хотя-бы самыхъ общихъ руководящихъ указаній для мѣстныхъ органовъ санитарнаго надзора по данному вопросу, что ставитъ ихъ въ чрезвычайно затруднительное положеніе при предъявленіи требованій, касающихся степени очистки сточныхъ фабричныхъ водъ, и въ то-же время возбуждаетъ нареканія владельцевъ промышленныхъ заведеній и жалобы на произвольность предъявляемыхъ имъ санитарныхъ требованій.

По этой причинѣ является весьма понятнымъ ходатайство фабрикантовъ передъ правительствомъ о выработкѣ какихъ-либо нормъ очистки отработанныхъ фабричныхъ водъ „подобно существующимъ въ европейскихъ государствахъ“, съ какимъ ходатайствомъ, напримѣръ, въ 1906 году обратилась комиссія представителей фабрикъ Вичугскаго уѣзда Костромской губерніи черезъ костромскаго губернатора въ управленіе главнаго медицинскаго инспектора, а послѣдній внесъ эту просьбу въ Медицинскій Совѣтъ. Здѣсь-же фабриканты подняли крайне серьезный вопросъ о принудительномъ отчужденіи земель для устройства сооружений для сточныхъ водъ.

Къ сожалѣнію, Европейскія государства не даютъ готовыхъ шаблоновъ для нормировки очистки фабричныхъ водъ и въ извѣстныхъ намъ иностранныхъ законахъ, касающихся охраненія водоемовъ отъ загрязненія, мы не находимъ вполне опредѣленныхъ отвѣтовъ на этотъ вопросъ. Тѣмъ не менѣе въ нѣкоторыхъ

отношеніяхъ иностранные законы и распоряженія даютъ уже довольно опредѣленные точки опоры для заключеній.

Не вдаваясь пока въ подробный обзоръ существующихъ законодательствъ по вопросу о спускѣ сточныхъ водъ и о загрязненіи водоемовъ, который сдѣланъ нами въ другомъ мѣстѣ ¹⁾, мы только кратко отмѣтимъ главныя направленія, обнаружившіяся въ законодательныхъ проектахъ, законахъ и въ административныхъ распоряженіяхъ по этому вопросу.

Англійское законодательство имѣетъ тенденцію устанавливать точныя количественныя нормы для оцѣнки дѣйствія очищающихъ приспособленій, хотя выработанныя въ 1886 г. и въ 1912 г. нормы не приняты парламентомъ.

Въ Германіи мы находимъ смѣшеніе двухъ принциповъ: въ законахъ о рыболовствѣ мы находимъ также количественныя нормы состава сточныхъ водъ, спускъ которыхъ разрѣшается закономъ въ рыболовныя рѣки; въ другихъ распоряженіяхъ наоборотъ, проводится принципъ крайней индивидуализаціи случаевъ загрязненія и санитарныя требованія отъ спускаемыхъ водъ понижаются почти до нуля, а именно разрѣшается спускать въ рѣки фабричныя воды, если вызываемое ими загрязненіе не превышаетъ „умѣренныхъ и общепринятыхъ границъ“. Министерское распоряженіе 20-го февраля 1901 г. предписываетъ чиновникамъ принимать во вниманіе всѣ мѣстныя условія, мѣстные интересы сельскаго хозяйства и промышленности, не отдавая предпочтенія ни тѣмъ, ни другимъ.

Представители германской мануфактурной промышленности такъ-же, какъ и русской, недовольны неопредѣленностью закона и произвольностью требованій, которыя предъявляются мѣстными органами санитарнаго надзора къ очисткѣ сточныхъ водъ.

Французское, Бельгійское и Швейцарское законодательство стоитъ на принципахъ то англійскаго, то германскаго законодательства.

У насъ въ Россіи, несмотря на ст. 638 уст. мед. полиціи, запрещающую портить воду въ мѣстахъ, гдѣ ее берутъ для питья, бросаніемъ въ нее вредныхъ веществъ или инымъ способомъ, и на соотвѣтственныя ст. ст. улож. о нак. и уст. о нак. (864, 1452 и 1453), спускъ фабричныхъ сточныхъ водъ въ общественные водоемы безъ надлежащей очистки производится въ довольно

¹⁾ Проф. Г. В. Хлопинъ, *op. cit.*

широких размѣрахъ, какъ это видно, на примѣръ, по количеству подобнаго рода дѣлъ, восходящихъ до Медицинскаго Совѣта. Такъ докторъ Погожевъ за періодъ времени съ 1867 по 1893 г. нашелъ въ дѣлахъ Медицинскаго Совѣта и Медицинскаго Департамента 70 дѣлъ относительно загрязненія водоемовъ фабричными сточными водами. Нами въ дѣлахъ Медицинскаго Совѣта съ 1900 по 1906 годъ включительно найдены 22 дѣла, касающихся загрязненія водоемовъ фабриками, заводами и селеніями.

Практика Медицинскаго Совѣта по отношенію вопроса о спускѣ сточныхъ водъ въ общественные водоемы, насколько о ней можно судить по изученнымъ дѣламъ, отчасти приближается къ практикѣ германской и стремится индивидуализировать каждый случай загрязненія, когда идетъ рѣчь о фабричныхъ сточныхъ водахъ, или довольно строго придерживается принципа охраненія водоемовъ отъ загрязненія и не разрѣшаетъ спуска сточныхъ водъ иначе, какъ послѣ очистки ихъ посредствомъ полей орошенія—преимущественно въ тѣхъ случаяхъ, когда идетъ дѣло о спускѣ городскихъ нечистотъ.

Только въ послѣднее время, наравнѣ съ полями орошенія, Медицинскимъ Совѣтомъ стала разрѣшаться еще и очистка посредствомъ т. н. „биологическихъ“ или „окислительныхъ“ фильтровъ. При этомъ, давая свое разрѣшеніе спускать тѣ или иныя сточныя воды въ общественные водоемы, Медицинскій Совѣтъ ставилъ иногда условіе „обезвреживать ихъ посредствомъ фильтраціи и дезинфекціи“; иногда-же вмѣсто этихъ терминовъ употреблялъ терминъ „очищать“ сточныя воды. Та-же неопредѣленность терминологіи встрѣчается въ рѣшеніяхъ Сената по жалобамъ на загрязненіе водоемовъ.

Казалось-бы, и въ этомъ отношеніи можно было ввести нѣкую систему. Для облегченія задачи слѣдовало-бы промышленныя заведенія по ихъ производствамъ раздѣлить на группы и подробно изучить характеръ ихъ сточныхъ водъ, способы принимаемой очистки и достигаемые очистительными приспособленіями результаты. При этомъ можно было-бы указать, какіе загрязняющіе продукты даетъ данное производство и на что при экспертизѣ необходимо обращать вниманіе. На примѣръ, при загрязненіи водоемовъ бумажными и картонными фабриками слѣдуетъ обращать вниманіе на органическія вещества (клѣтчатка, остатки тряпокъ), клей, свободную сѣрнистую кислоту, бѣлизную известь, ѣдкое кали, глиноземъ, минеральныя краски. При кра-

сильныхъ фабрикахъ нужно искать протравы и органическія краски, а въ осадкахъ—металлическія соединенія красокъ. Въ сточныхъ водахъ кожевенныхъ заводовъ: дубильныя вещества, сѣрнистый кальцій, мышьякъ, легко загнивающія органическія вещества, патогенные микроорганизмы (сибирскую язву) и. т. д. и т. д.

Вмѣстѣ съ этимъ необходимо принимать во вниманіе общее количество подлежащихъ очисткѣ сточныхъ водъ, а также на основаніи ряда анализовъ можно нѣкоторые виды этихъ водъ разрѣшить спускать или безъ очистки, или требовать для ихъ очистки болѣе простые способы, чѣмъ для сточныхъ водъ другихъ отдѣленій той-же фабрики.

Къ сожалѣнію, такому детальному рѣшенію вопроса о спускѣ сточныхъ фабричныхъ водъ въ Россіи, препятствуетъ отсутствіе фактическаго матеріала о физическихъ свойствахъ и химическомъ составѣ сточныхъ водъ русскихъ фабрикъ различныхъ категорій, такъ какъ матеріалы, имѣющіеся въ дѣлахъ Русскаго Техническаго Общества и Медицинскаго Совѣта, остаются неопубликованными.¹⁾

Слѣдуетъ упомянуть, что вопросъ о сточныхъ водахъ въ связи съ загрязненіемъ водоемовъ не разъ поднимался также на Пироговскихъ сѣздахъ и при правленіи Пироговскаго общества образована специальная коммиссія по изученію сточныхъ водъ и способовъ ихъ очистки. Позднѣе (1911 г.) такая-же коммиссія образована при III-й секціи Русскаго Общества Охраненія Народнаго Здравія.

Вышеупомянутая коммиссія Медицинскаго Совѣта 1906 г. работала санитарныя требованія, которымъ должны удовлетворять сточныя воды, спускаемая въ общественные водоемы, которые были приняты Медицинскимъ Совѣтомъ и, по одобреніи ихъ Министромъ Внутреннихъ Дѣлъ, въ 1908 году предложены городскимъ и земскимъ общественнымъ управленіямъ къ руковод-

¹⁾ Казалось, было-бы весьма желательнымъ и крайне полезнымъ, если-бы Медицинскій Совѣтъ далъ необходимыя средства на собраніе и изданіе находящихся въ его дѣлахъ матеріаловъ по загрязненію водоемовъ съ обращеніемъ особаго вниманія на аналитическія данныя. Вмѣстѣ съ этимъ Медицинскій Совѣтъ можетъ быть нашелъ-бы возможнымъ войти въ сношенія съ Русскимъ Техническимъ Обществомъ по тому-же предмету. Такого рода инициатива по собранію матеріаловъ со стороны Медицинскаго Совѣта имѣла-бы очень большое практическое значеніе и, навѣрное, увѣчалась-бы успѣхомъ.

ству на предметъ изданія ими соотвѣтствующихъ обязательныхъ постановленій.¹⁾

Въ 1910 году, вслѣдствіе ходатайства управленія желѣзныхъ дорогъ о пересмотрѣ принятыхъ Медицинскимъ Совѣтомъ требованій, была, вновь образована комиссія для разсмотрѣнія означеннаго вопроса, подъ предс. Г. Хлопина, въ трудахъ которой принимали участіе кромѣ членовъ. Мед. Сов. также нѣсколько представителей отъ управленія желѣзныхъ дорогъ, отъ земскихъ и городскихъ санитарныхъ организацій. Эта комиссія, какъ и комиссія 1906 года, постановила избѣгать детальной, количественной нормировки требований.

Основаніемъ такого рѣшенія комиссій послужило то соображеніе, что детальная количественная формулировка этихъ требований центральной властью не примѣнима въ настоящее время въ Россіи, какъ по разнообразію мѣстныхъ условій въ такой обширной странѣ, такъ и по трудности контроля за ихъ исполненіемъ. Кромѣ того выработка центральной властью детальныхъ, единыхъ для всей Европейской и Азіатской Россіи, количественныхъ нормъ для очистки сточныхъ водъ въ настоящее время крайне затрудняется еще и тѣмъ, что до сихъ поръ не собрано фактическаго матеріала о физическихъ свойствахъ и химическомъ составѣ сточныхъ водъ русскихъ городовъ и фабрикъ различныхъ категорій и водъ русскихъ водоемовъ, а также и относительно способовъ, примѣняемыхъ для очистки сточныхъ водъ, и такія нормы пришлось-бы позаимствовать изъ другихъ странъ во многихъ отношеніяхъ несходныхъ съ Россіей. Такія нормы, какъ не основанныя на изученіи реальныхъ условій данной страны, могли-бы оказаться крайне стѣснительными, а въ иныхъ случаяхъ и совершенно непригодными.

Въ виду сказаннаго, соглашаясь съ мнѣніемъ комиссіи 1906 и 1910 года, Медицинскій Совѣтъ предложилъ приводимыя ниже нормы общаго характера, такъ сказать, директивы, на основаніи которыхъ могли-бы издаваться городскими и земскими общественными учрежденіями мѣстныя обязательныя постановленія, которыя и должны принимать во вниманіе всѣ мѣстныя условія и особенности.

¹⁾ Выработанныя этой-же комиссіей инструкціи для доставленія свѣдѣній о вліяніи сточныхъ водъ на общественные водоемы, о выемкѣ пробъ для изслѣдованія и списокъ фабрикъ и населенныхъ мѣстъ, загрязняющихъ питьевую воду см. въ приложеніи. Цирк. Мин. Вн. Дѣлъ отъ 5-марта, 1908 г. № 222.

Слѣдовательно, на мѣстныхъ обязательныхъ постановленіяхъ лежала-бы детальная количественная нормировка качествъ сточныхъ водъ и условій ихъ спуска въ общественные водоемы, т. е. индивидуализація общихъ требованій Медицинскаго Совѣта. Детализируя требованія Медицинскаго Совѣта, мѣстныя обязательныя постановленія не въ правѣ, однако, были-бы игнорировать отдѣльные пункты требованій Медицинскаго Совѣта, признавая ихъ яко-бы излишними, превышать установленные Медицинскимъ Совѣтомъ предѣлы или становиться въ явное противорѣчіе съ требованіями Медицинскаго Совѣта по существу.

Компетенція по надзору за выполненіемъ требованій по очисткѣ сточныхъ водъ и контроль за чистотой водоема возлагается на лицъ врачебно-санитарной службы правительственныхъ и общественныхъ городскихъ и земскихъ управленій, вѣдомствъ и учреждений. Въ виду необходимости производить нѣкоторые анализы и изслѣдованія, означеннымъ лицамъ должны быть предоставлены средства на оборудованіе хотя-бы небольшихъ санитарныхъ лабораторій.

Санитарныя требованія, которымъ должны удовлетворять сточныя воды, спускаемая въ общественные водоемы, установленныя Медицинскимъ Совѣтомъ М. В. Д. въ 1910 г. ¹⁾

§ 1. Сточныя воды не должны содержать ядовитыхъ веществъ.

§ 2. Сточныя воды больницъ съ заразными больными, больничныхъ отдѣленій и санаторій для заразныхъ больныхъ, а также и сточныя воды нѣкоторыхъ специальныхъ промышленныхъ заведеній (кожевенные заводы, шерстомойни, тряпкомойни и т. п.) должны быть освобождены отъ заразныхъ началъ.

§ 3. Сточныя воды не должны содержать взвѣшенныхъ веществъ болѣе опредѣленнаго предѣла, устанавливаемого въ зависимости отъ мѣстныхъ условій, но, во всякомъ случаѣ, не свыше 40 миллиграмовъ на 1 литръ воды.

§ 4. Температура сточныхъ водъ при впаденіи ихъ въ общественные водоемы не должна превышать 30—40° Ц. (24—32° Р.) въ зависимости отъ мѣстныхъ условій.

¹⁾ Циркуляръ 4 Декабря 1911 г., въ отмѣну пункта „а“ циркуляра, изданнаго 5 марта 1908 г. за № 222.

§ 5. Сточные воды не должны имѣть рѣзко выраженной кислой или щелочной реакціи.

§ 6. Сточные воды не должны имѣть гнилостнаго, фекальнаго или иного опредѣленнаго запаха.

§ 7. Сточные воды не должны имѣть какой-либо опредѣленной окраски, обусловливаемой неполнымъ удаленіемъ красокъ и иныхъ окрашивающихъ воду веществъ, примѣняемыхъ въ различныхъ производствахъ.

Примѣчаніе. Дѣйствіе § 7 не распространяется на натуральную окраску воды того водоема, изъ котораго пользуются водой промышленныя заведенія и населенные пункты.

§ 8. Сточные воды не должны имѣть ни во время поступленія въ водоемъ, ни послѣ выемки пробы при стояніи въ сосудѣ пленокъ, состоящихъ изъ жировъ и маселъ животнаго или растительнаго происхожденія и особенно изъ нефти, ея продуктовъ и другихъ углеводовъ.

§ 9. Сточные воды ни сами по себѣ, ни при разбавленіи обыкновенной водой не должны загнивать въ закрытомъ сосудѣ въ теченіе недѣли при температурѣ 20° Ц. (16° Р.).

§ 10. Сточные воды не должны измѣнять къ худшему въ санитарномъ отношеніи химическій составъ и физическія свойства воды тѣхъ водоемовъ, въ которые онѣ отводятся, и не должны вызывать замѣтныхъ измѣненій въ фаунѣ и флорѣ этихъ водоемовъ.

Въ частности, комиссіей мед. совѣта были формулированы отдѣльные параграфы въ вышеприведенномъ видѣ на основаніи слѣдующихъ соображеній.

Къ § 1. Въ водоемы запрещается спускать воды, содержащія вредныя вещества, согласно ст. 638 (1666) Уст. Врач. Коммиссія полагаетъ, что даже при хорошо организованномъ санитарномъ надзорѣ разрѣшеніе спуска въ общественные водоемы сточныхъ водъ промышленныхъ заведеній съ опредѣленнымъ, хотя-бы и ничтожнымъ, содержаніемъ какого-либо вреднаго вещества легко могло-бы превратиться въ разрѣшеніе спуска въ водоемъ даннаго вреднаго вещества въ какихъ угодно количествахъ.

Къ § 2. Патогенные микроорганизмы должны разсматриваться, какъ наиболѣе опасныя изъ тѣхъ вредныхъ веществъ, которыя запрещаются вышеупомянутой статьей закона.

Къ § 3. Признавая затруднительнымъ точно формулировать этотъ пунктъ общихъ требованій, комиссія Медицинскаго Совѣта

предоставляетъ точную нормировку его мѣстнымъ обязательнымъ постановленіямъ, указывая лишь высшій предѣлъ содержанія взвѣшенныхъ веществъ. Въ случаѣ возможности, желательно этотъ предѣлъ установить ниже, напримѣръ, по примѣру Московской Біологической комиссіи, которая устанавливаетъ его въ 6—40 миллиграммовъ, или иностранныхъ проектовъ, допускающихъ не свыше 30-ти миллиграммовъ на литръ.

Къ § 4. Комиссія полагала необходимымъ установить какой-либо опредѣленный предѣлъ температуры, спускаемыхъ въ водоемъ сточныхъ водъ. Сточные воды съ высокой температурой, умерщвляя животныя и растительныя организмы, играющіе огромную роль въ питаніи воднаго населенія и въ самоочищеніи водоемовъ, способствовали-бы тѣмъ самымъ загрязненію воды ихъ. Въ водоемахъ небольшихъ размѣровъ такія воды въ состояніи даже повысить температуру воды водоема, вслѣдствіе чего усиливаются процессы разложенія въ осѣвшихъ на дно органическихъ веществахъ. Если техническія правила устанавливають предѣлъ температуры для сточныхъ водъ въ 40° Ц., то, тѣмъ болѣе, этого предѣла не должны превышать правила санитарныя. Если мѣстныя условія позволяютъ,—норму эту слѣдуетъ значительно понизить.

Къ § 5. Кислая или щелочная реакція свидѣтельствуетъ о присутствіи въ водѣ кислотъ или щелочей или о ненормальныхъ процессахъ въ ней. Оставляя въ сторонѣ всѣ сомнительные случаи, комиссія предписываетъ руководиться „рѣзко выраженной“ реакціей въ виду того, что послѣдній терминъ точно установился, какъ въ санитарныхъ лабораторіяхъ, такъ и въ санитарной практикѣ, причемъ мѣстные органы въ развитіе этого параграфа могутъ въ случаѣ нужды точно опредѣлить степень кислотности и щелочности.

Къ § 6. Сточные воды, хорошо очищенные, не должны имѣть опредѣленнаго запаха, причемъ подъ терминомъ „опредѣленный запахъ“ не должно разумѣть запахъ землистый, затхлый и т. п., въ сущности, неопредѣленные запахи.

Къ § 7. Красящія вещества для естественныхъ водъ являются веществами чуждыми, присутствіе ихъ въ водѣ явно нарушаетъ химическій составъ и физическія свойства воды водоема, что не допускается и другими пунктами требованій Медицинскаго Совѣта. Само собою разумѣется, это требованіе не можетъ распространяться на натуральную, напримѣръ, гуминовую окраску воды того во-

доема, изъ котораго пользуются водой промышленныя заведенія и населенные пункты.

Къ § 9. Весьма важно испытать способность сточной воды къ загниванію не только въ цѣльномъ, но и въ разбавленномъ видѣ, такъ какъ извѣстно, что нѣкоторыя сточныя воды не загниваютъ ни сами по себѣ, ни послѣ химической очистки, но при разбавленіи ихъ водою легко подвергаются загниванію, что особенно важно въ данномъ случаѣ въ виду того, что сточная вода разбавляется, попадая въ водоемъ. Въ виду сказаннаго, испытаніе на загниваемость должно производиться всегда одновременно съ цѣльной водой и съ водой разбавленной, на примѣръ, 1 : 1; 1 : 3; 1 : 5. Температура испытанія установлена въ 16° Р., то есть комнатная, чтобы избѣжать необходимости имѣть термостатъ, въ которомъ это испытаніе можно было-бы вести при болѣе высокой температурѣ и въ теченіе болѣе короткаго срока (на примѣръ, 5 сутокъ при 30° Ц. (24° Р.).

Къ § 10. Нерѣдко въ теоріи предполагается, а иногда на практикѣ берется за основаніе для сужденія соотношеніе между количествомъ впускаемой сточной жидкости и количествомъ протекающей въ водоемѣ воды. Коммиссія признаетъ такой методъ контроля нецѣлесообразнымъ и непримѣнимымъ въ виду его недостаточной научной обоснованности, сложности и измѣняемости количества воды въ водоемахъ по временамъ года и другимъ условіямъ. Въмѣсто такого чисто техническаго расчета (въ § 10) устанавливается методъ дѣйствительнаго контроля за состояніемъ водоема требованіемъ, чтобы вода водоема послѣ спуска въ нее сточныхъ водъ не измѣнялась къ худшему по своему химическому составу, физическимъ и біологическимъ свойствамъ. Измѣненіе къ худшему въ указанныхъ отношеніяхъ воды показываетъ, что наступилъ моментъ, когда самоочищеніе водоема уже пріостановилось и загрязненіе его начинаетъ прогрессировать. Если-же установить только количественный принципъ соотношенія жидкостей (коэффициентъ разведенія), то таковой моментъ можно было-бы пропустить и загрязненіе водоема вслѣдствіе этого продолжало-бы совершаться безпрепятственно. Такъ какъ данный § 10 требованій сосредоточиваетъ вниманіе санитарнаго надзора на водоемѣ, то въ него введенъ также біологическій контроль, то есть наблюденіе за фауной и флорой водоема. Болѣзнь или исчезновеніе рыбъ и другихъ животныхъ, обитающихъ въ водоемѣ, а также измѣненіе флоры его, на примѣръ, гибель существую-

шихъ растительныхъ формъ и развитіе какихъ-либо новыхъ, свойственныхъ обыкновенно загрязненной водѣ,—все это свидѣтельствуеъ о необходимости быстрыхъ и рѣшительныхъ мѣръ по огражденію водоема отъ загрязнения или отъ введенія въ него вредныхъ веществъ.

Нѣкоторыя земства, напр., Петроградское и нѣк. друг., а также и города, напр., Тверь, издали обязательныя постановленія для охраны питьевыхъ водъ отъ загрязнения и ввели въ нихъ требованія медицинскаго Совѣта. Со стороны промышленниковъ эти требованія, какъ и слѣдовало ожидать, встрѣтили энергичный протестъ и попытку отмѣнить ихъ.

Попытка эта пока увѣнчалась только нѣкоторымъ успѣхомъ: министерство торговли и промышленности въ видахъ защиты интересовъ промышленниковъ образовало особые комитеты по изученію мѣстныхъ условий и изысканію мѣръ къ охранѣ водоемовъ отъ загрязнения сточными водами и отбросами, а въ дѣйствительности съ цѣлью парализовать требованія санитарнаго надзора, которыя онъ, на основаніи обязательныхъ постановленій, долженъ предъявлять къ промышленникамъ по отношенію очистки сточныхъ водъ при ихъ спускѣ въ общественные водоемы ¹⁾.

Но совершенно неожиданнымъ явился протестъ противъ требованій Медицинскаго Совѣта со стороны Московскаго общественнаго управленія, которое, какъ это видно изъ представленныхъ имъ въ Медицинскій совѣтъ данныхъ и изъ приводимыхъ ниже требованій, независимо отъ Медицинскаго Совѣта издало весьма сходныя, почти тождественныя нормы къ сточнымъ водамъ, спускаемымъ въ городскіе стоки съ частныхъ владѣній; при чемъ эти нормы въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ несомнѣнно строже правительственныхъ.

Требованія московской городской комиссіи по испытанію біологическаго способа очистки сточныхъ водъ.

1. Степень прозрачности воды должна быть не менѣе 5 сант.
2. Вода не должна имѣть гниlostнаго, фекальнаго или про-

¹⁾ См. Отчеты Временнаго Комитета Московскаго Промышленнаго района съ 1913 г. М. Въ отчетахъ Комитета публикуются результаты химическихъ и біологическихъ изслѣдованій водоемовъ Моск. Пром. района.

кислаго запаха; допускается лишь землистый или слабый неопредѣленный, но не противный запахъ.

3. Вода, взболтанная въ теченіе 30 секундъ въ стеклянкѣ, наполненной до половины (какъ это дѣлается при опредѣленіи жесткости мыльной пробой), не должна имѣть устойчивой сплошной пѣны, держащейся долѣе 3-хъ секундъ ¹⁾.

4. Взвѣшенныхъ веществъ, высушенныхъ при 100° Ц., должно содержаться не болѣе 50 мгрм. на 1 литръ воды.

5. Вода не должна содержать вредныхъ для здоровья металловъ и металлоидовъ (мѣдь, мышьякъ, сурьма, свинецъ, свободный хлоръ и др.).

6. Вода не должна загнивать при храненіи въ теченіе 7 дней при обыкновенной комнатной температурѣ въ наполненной почти до пробки стеклянкѣ.

Контроль надъ качествомъ воды, предназначенной къ спуску въ городскіе водостоки, производится двоякимъ способомъ.

1) Предварительный контроль, производимый болѣе или менѣе часто на мѣстѣ дѣйствія очистительныхъ сооружений, состоитъ изъ опредѣленія: а) Степени прозрачности воды (опредѣляется въ стеклянныхъ цилиндрахъ діаметромъ въ 10—12 сантиметр.—для участія въ опредѣленіи бинокулярнаго зрѣнія—при разсѣянномъ дневномъ свѣтѣ, пользуясь шрифтомъ № 1 таблицы Снеллена). б) За па х а (въ опредѣленіи запаха желательное участіе нѣсколькихъ лицъ для безпристрастнаго рѣшенія вопроса). в) У с т о й ч и в о с т и пѣ н ы. г) С ѣ р о в о д о р о д а (качественно,—сухой свинцовой бумажкой, опущенной въ горлышко стеклянки съ водой и не касающейся воды).

2) Периодически повторяющійся лабораторный анализъ для выясненія не только пригодности воды къ спуску въ водостоки, но и для опредѣленія времени созрѣванія фильтровъ, при чемъ производится болѣе или менѣе подробный анализъ. Въ правилахъ для канализаціи сдѣлано одно добавленіе, не вошедшее въ нормы, а именно: въ случаѣ появленія эпидемическихъ заболѣваній въ данномъ владѣніи, вода, спускаемая въ водостоки, должна быть дезинфицирована (если окажется невозможнымъ производить дезинфекцію у постели больного); съ этою цѣлью очистительныя приспособленія должны имѣть запасные бассейны для дезинфекціи жидкости.

¹⁾ Этому признаку при оцѣнкѣ воды придается лишь второстепенное, относительное значеніе вмѣстѣ съ другими отрицательными качествами.

Нормы, которымъ должны удовлетворять сточныя воды, спускаемая въ общественныя водоемы, установленныя Англійской Королевской Коммиссіей въ 1886 г.

Англійская Королевская Коммиссія считаетъ очистку сточныхъ водъ удовлетворительной:

1) Когда сточная вода содержитъ не болѣе 30 mgr. взвѣшенныхъ веществъ (20 mgr. органическихъ и 10 неорганическихъ).

2) Когда фильтрованная черезъ бумажный фильтръ сточная вода, налитая въ закупоренную стеклянку, отнимаетъ отъ марганцевокаліевой соли послѣ храненія въ теченіе 4 часовъ при 30° Ц. столько-же кислорода, сколько и до этой пробы.

3) Когда сточная вода при храненіи въ термостатѣ при 30° Ц. черезъ 7 сутокъ не пахнетъ сѣроводородомъ или амміакомъ, и

4) Когда она не содержитъ веществъ ядовитыхъ для людей, животныхъ и растеній.

Нормы очищенія сточныхъ водъ, предложенныя Англійской Королевской Коммиссіей для охраны рѣкъ отъ загрязненія въ 1912 г.

Учрежденная въ 1898 г. Англійская Королевская Коммиссія по удаленію и очисткѣ сточныхъ водъ представила въ 1912 г. на усмотрѣніе Правительства выработанныя ею нормы очищенія сточныхъ водъ, допускаемыхъ къ спуску въ рѣки, и способы оцѣнки степени чистоты воды ¹⁾.

Изслѣдованія состоянія рѣкъ, въ зависимости отъ разнообразныхъ условій поступленія сточныхъ водъ, привели Коммиссію къ заключенію, что на основаніи данныхъ о характерѣ рѣки и сточныхъ водъ можно заранѣе по степени разведенія ихъ водой рѣки приблизительно учесть результаты спуска сточныхъ водъ въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ. Коммиссія полагаетъ, что не слѣдуетъ требовать отъ мѣстныхъ управленій очищенія сточныхъ водъ въ большей мѣрѣ, чѣмъ это необходимо для избѣжанія риска причинить дѣйствительный вредъ спускомъ ихъ въ рѣку.

1) Report of the Commissioners appointed in 1898 to inquire and report what Methods of Treating and Disposing of Sewage may properly be adopted. Vol. VIII. Этотъ докладъ переведенъ на русскій языкъ подъ ред. ген.-инж. Е. Б. Контовскаго и изданъ Постояннымъ Бюро Водопр. и Санитарно-Техническихъ Съѣздовъ (М. 1917 г.) и въ изложеніи опубликованъ инж. В. Дроздовымъ и Б. Зиминымъ (М. 1913 г.).

Уменьшеніе раствореннаго въ водѣ кислорода признано Коммиссіей наиболѣе общимъ и вѣрнымъ мѣриломъ степени загрязненія водъ. Руководствуясь признаками явнаго загрязненія,—дурнымъ запахомъ, чрезмѣрнымъ развитіемъ спеціальныхъ видовъ водорослей, накопленіемъ гніющихъ осадковъ и смерти рыбъ, Коммиссія сопоставила результаты пробы на уменьшеніе раствореннаго кислорода съ видимой степенью загрязненія и пришла къ выводу, что если уменьшеніе раствореннаго въ водѣ кислорода при нормальныхъ условіяхъ не превышаетъ 4 миллигр. въ литрѣ воды въ теченіе 5 сутокъ (при температурѣ $65^{\circ} \text{Ф} = 18^{\circ},3 \text{ Ц}$), то обыкновенно въ рѣкѣ еще не замѣчается признаковъ явнаго загрязненія. Если же пробы рѣчной воды на уменьшеніе кислорода даютъ цифры, выше означенной, то почти всегда наблюдаются явные признаки загрязненія,—за исключеніемъ развѣ холоднаго времени года ¹⁾. Для кислородной пробы Коммиссіи предложили спеціальныи приборъ (рис. 61).

Къ этому новому критерию практической степени чистоты воды Королевская Коммиссія пришла послѣ того, какъ убѣдилась, что ни опредѣленія аммоніакальнаго азота, ни опредѣленія окисляемости марганцевокислымъ калиемъ не являются достаточно общими признаками степени загрязненія. Такъ какъ за счетъ кислорода совершается процессъ самоочищенія рѣки, то въ уменьшеніи раствореннаго кислорода и долженъ непосредственно сказываться тотъ главный вредъ, который причиняется спускомъ сточныхъ водъ въ рѣки.

Королевская Коммиссія на основаніи вышеозначеннаго критерія предлагаетъ слѣдующую классификацію рѣкъ по степени загрязненія.

Уменьшеніе раствореннаго кислорода при 5-ти суточной пробѣ воды:

Очень чистыя рѣки	1	млгрм.	на литрѣ.
Чистыя рѣки	2	"	" "
Довольно чистыя	3	"	" "
Сомнительныя	5	"	" "
Очень грязныя рѣки	10	"	" "

Задача охраны рѣкъ въ Англіи, по мнѣнію Королевской Коммиссіи, должна состоятъ въ томъ, чтобы спуски сточныхъ водъ,

¹⁾ Королевская Коммиссія выражаетъ уменьшеніе раствореннаго кислорода въ граммахъ на сто тысячъ грм. воды.

послѣ смѣшенія ихъ съ водою рѣки, не ухудшали рѣчной воды выше степени загрязненія, характеризуемой цифрой 4 милгр. на литръ уменьшенія кислорода при пятисуточной пробѣ,—и чтобы процессомъ самоочищенія вода рѣки успѣвала до слѣдующаго спуска сточныхъ водъ уллучиться до состоянія „чистой“ рѣки, соотвѣтствующему по пробѣ на уменьшеніе раствореннаго кислорода 2 миллиграммамъ на литръ.

Борьбу съ патогенными бактеріями Королевская Коммиссія оставляетъ всецѣло на обязанности потребителей рѣчной воды, такъ какъ стерилизація сточныхъ водъ дорога, а надлежащее очищеніе рѣчной воды, доставляемой для питьевыхъ и хозяйственныхъ цѣлей, во всякомъ случаѣ необходимо.

Необходимая степень разведенія сточныхъ водъ рѣчной водою, для полученія въ результатъ смѣшенія до выше-означенной предѣльной нормы допускаемаго мѣстнаго загрязненія рѣки, т. е. до 4 млгр. на литръ уменьшенія кислорода при пятисуточной пробѣ, опредѣляется слѣдующимъ соотношеніемъ:

$$\frac{x + yz}{z + 1} = 4.$$

Гдѣ x = качеству сточной воды, выраженному въ млгрм. на литръ уменьшенія кислорода,

„ y = качеству рѣчной воды выше спуска,—въ млгрм. на литръ уменьшенія кислорода,

„ z = степени разжиженія, т. е. отношенію количества рѣчной воды къ количеству спускаемой.

Такъ, напримѣръ, при десятикратной степени разжиженія ($z = 10$) очень чистой рѣчной водою ($y = 1$), находимъ допустимое къ спуску качество сточныхъ водъ:

$$\frac{x + 1 \times 10}{10 + 1} = 4$$

$$x + 10 = 44$$

$x = 34$ млгрм. на литръ кислорода,
уменьшающагося при пятисуточной пробѣ.

Это приблизительно соотвѣтствуетъ фильтрату біологическихъ фильтровъ, работающих не совсѣмъ исправно.

Теоретически представляется возможнымъ выработать подвижную шкалу для нормъ очищенія, необходимыхъ при разныхъ

степеняхъ разжиженія рѣчной водою, въ зависимости и отъ степени чистоты воды въ рѣкѣ.

Королевская Коммиссія приводитъ въ своемъ докладѣ таблицу десяти категорій сточныхъ водъ различной степени загрязненія, съ вычисленными для нихъ необходимыми степенями разжиженія при различной первоначальной чистотѣ рѣчной воды (табл. А).

При этомъ она считаетъ, что рѣчная вода, въ которой содержаніе кислорода уменьшилось до 4 куб. сант. при 18,3° Ц., находится уже на границѣ явнаго загрязненія и въ сомнительномъ санитарномъ состояніи (табл. Б.).

Въ виду значительнаго измѣненія въ условіяхъ протеканія рѣкъ въ разныя времена года, Королевская Коммиссія предлагаетъ принимать степени разжиженія въ два раза больше вычисленныхъ, надежно устраняя этимъ рискъ загрязненія рѣки свыше указанной предѣльной мѣры.

Количество раствореннаго въ рѣчной водѣ кислорода является прекраснымъ показателемъ способности рѣки къ самоочищенію. Насыщенная кислородомъ рѣчная вода содержитъ при обычныхъ температурахъ отъ 6 до 7 куб. сант. кислорода въ литрѣ; въ такой водѣ органическія вещества не загниваютъ.—Лишь при уменьшеніи количества раствореннаго кислорода до 4 куб. сант. въ литрѣ—вода рѣки становится сомнительной въ смыслѣ способности къ самоочищенію. При дальнѣйшемъ пониженіи количества раствореннаго въ водѣ кислорода—уже наблюдается явное загрязненіе рѣки съ гніеніемъ органическихъ веществъ.

Процессъ самоочищенія рѣкъ обусловливается окисленіемъ органическихъ веществъ. Истраченный кислородъ долженъ пополняться раствореніемъ его изъ атмосферы. Достаточныхъ данныхъ о скорости растворенія кислорода въ рѣчной водѣ пока не имѣется. Королевская Коммиссія воспользовалась наблюденіями, слѣданными проф. Фельпсомъ въ гавани Нью-Йорка. Изъ полученныхъ данныхъ видно, что раствореніе кислорода въ мелкихъ рѣкахъ совершается гораздо скорѣе, чѣмъ въ глубокихъ,—слѣдовательно, при томъ-же расходѣ воды процессъ самоочищенія въ мелкихъ и быстрыхъ рѣкахъ значительно значительнѣе, чѣмъ въ глубокихъ рѣкахъ съ медленнымъ теченіемъ.

Практическая невозможность установленія подвижной шкалы нормъ очищенія обусловливается не только трудностью учета всѣхъ разнообразныхъ, вліяющихъ на

Типъ сточной или очищенной

жидкости.

Типъ сточной или очищенной жидкости.	Поглощеніе раство- ренного кислорода въ теченіе 5 дней и различныя свойства	Теоретически допустимая степень разбавленія для достиженія смѣси, поглощающей не болѣе 0,4 части на 100,000 раство- ренного кислорода, въ теченіе 5-ти дней.		
		А. Весьма чистой рѣчной водой, поглощающей 0,1 часть раствореннаго кислорода въ теченіе 5-ти дней.	Б. Чистой рѣчной водой, поглощающей 0,2 части раствореннаго кислоро- да въ теченіе 5-ти дней.	В. Довольно чистой рѣч- ной водой, поглощаю- щей 0,3 части раство- ренного кислорода въ теченіе 5-ти дней.
1) Весьма хорошая очищенная фильтра- цией сточная вода	0,5	0,33 разбавленія.	0,5 разбавленія.	1,0 разбавленія.
2) Нормально очищенная сточная вода . .	2,0	5,0 разбавленія.	8,0 разбавленія.	16,0 разбавленія.
3) Плохо очищенная фильтрацией сточная вода	5,0	15,0 "	23,0 "	46,0 "
4) Слабая сточная вода послѣ осажденія .	10,0	32,0 "	48,0 "	96,0 "
5) Средняя " " " "	15,0	48,0 "	73,0 "	146,0 "
6) Средняя сточная вода послѣ септич- танка " " "	20,0	65,0 "	98,0 "	196,0 "
7) Канализ. сточная вода послѣ осажденія	20,0	65,0 "	98,0 "	196,0 "
8) " " " септич-танка .	33,0	109,0 "	163,0 "	326,0 "
9) Средняя сточная вода	35,0	115,0 "	173,0 "	346,0 "
10) Концентрированная сточная вода . . .	50,0	165,0 "	248,0 "	496,0 "

Т а б л и ц а Б.

Показывает степени разбавления сточных жидкостей чистой (0,2) рѣчной водой, необходимые для предохраненія отъ убыли кислорода ниже 4,0 куб. сант. въ литръ въ рѣкахъ умѣренно-скаго и медленнаго теченія.

СТЕПЕНЬ РАЗБАВЛЕНІЯ, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ

Глубина воды въ рѣкѣ (футы).	Время, необходимое для полного смѣшенія воды съ жидкостью (часы).	Степени возстановленія кислорода смѣсью въ теченіе 1 часа, выраженныя въ процентахъ насыщенія.	СТЕПЕНЬ РАЗБАВЛЕНІЯ, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ									
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
2,5	1	0,99	Весьма доброкачеств. жидкости послѣ фильтраціи, поглощающей 0,1 ч. раствореннаго кислорода въ теченіе 24 час. (0,5 ч. въ теченіе 5 дней).	Нормальной жидкости послѣ фильтраціи, поглощающей 0,5 ч. раствореннаго кислорода въ теченіе 24 ч. (2,0 части въ теченіе 5 дней).	Недоброкачественной жидкости послѣ фильтраціи, поглощающей 1,66 ч. раствореннаго кислорода въ теченіе 24 ч. (10 частей въ теченіе 5 дней).	Слабой жидкости послѣ осажденія, поглощающей 3,3 части раствореннаго кислорода въ теченіе 24 час. (10 частей въ теченіе 5 дней).	Средней жидкости послѣ осажденія, поглощающей 5 част. раствореннаго кислорода въ теченіе 24 час. (15 частей въ теченіе 5 дней).	Крѣпкой жидкости послѣ осажденія, поглощающей 6,7 частей раствореннаго кислорода въ теченіе 24 час. или (20 частей въ теченіе 5 дней).	Средней жидкости послѣ септиктанка, поглощающей 10 частей раствореннаго кислорода въ теченіе 24 час. или (20 частей въ теченіе 5 дней).	Средней сточной воды, поглощающей 13 частей раствореннаго кислорода въ теченіе 24 час. или (35 частей въ теченіе 5 дней).	Крѣпкой жидкости послѣ септиктанка, поглощающей 16 частей раствореннаго кислорода въ теченіе 24 час. (33 части въ теченіе 5 дней).	Концентрированной сточной воды, поглощающей 20 частей раствореннаго кислорода въ теченіе 24 час. (50 частей въ теченіе 5 дней).
	6	0,45	0,4	2,0	7	14	20	30	40	55	66	85
5,0	1	0,33	0,9	4,5	15	30	45	60	90	120	145	185
	6	0,15	1,2	6,0	20	40	60	85	125	160	200	250
10,0	1	0,12	2,5	13,5	45	90	135	150	275	360	440	550
	6	0,07	3,0	17,0	60	115	170	233	340	450	560	700
	6		6,0	30,0	100	200	300	400	600	800	1020	1200

Примѣчаніе. Насыщеніе при 65° Фаренгейта=6,63 куб. сант. кислорода на 1 литръ.

состояніе рѣки обстоятельствъ, но и невозможностью согласованія интересовъ всѣхъ пользующихся рѣкою побережныхъ жителей: расположенныя ниже по теченію всегда оказывались-бы въ худшихъ условіяхъ. Это привело Королевскую Комиссію къ признанію необходимости установить одну общую для всѣхъ случаевъ основную норму очищенія сточныхъ водъ, допускаемыхъ къ спуску въ рѣки, съ тѣмъ, однако, чтобы Рѣчнымъ комитетамъ было предоставлено право дѣлать отступленія отъ этихъ нормъ соотвѣтственно мѣстнымъ условіямъ, руководствуясь при этомъ изложенными выше соображеніями о поддержаніи указанной степени чистоты рѣкъ.

Основная общая норма степени очищенія сточныхъ водъ, установленная Королевской Комиссіей. Спускаемая въ рѣки сточная жидкость не должна содержать взвѣшенныхъ веществъ больше 30 миллиграммовъ въ литрѣ, и вмѣстѣ со взвѣшенными веществами должна поглощать въ теченіе 5 сутокъ при температурѣ 65° Ф. (18,3°) не болѣе 20 миллиграммовъ раствореннаго кислорода на литрѣ. Отмѣтимъ, что такая степень очищенія канализаціонныхъ водъ получается при удовлетворительной работѣ біологическихъ станцій и тѣмъ болѣе перемежающейся фильтраціей и полями орошенія. Какъ было приведено выше, очень хорошій фильтратъ соотвѣтствуетъ утратѣ при пятисуточной пробѣ 5 mgr. раствореннаго кислорода на литрѣ, плохой-же фильтръ — до 50 mgr. кислорода на литрѣ. Всѣ остальные способы очищенія: отстаиваніе, септикъ-танки и химическое осажденіе, какъ видно изъ приведенныхъ въ докладѣ Королевской Комиссіи данныхъ, этой общей основной нормѣ не отвѣчаютъ.

Спеціальныя мѣстныя нормы степени очищенія. Въ зависимости отъ условій, нормы могутъ быть повышенныя и пониженныя. Рѣчные комитеты должны утверждать повышенныя нормы тамъ, гдѣ онѣ потребуются, на срокъ въ десять лѣтъ, т.-е. на тотъ-же срокъ, какъ основная норма, предлагаемая Королевской Комиссіей на утвержденіе Центральнаго Правительства.

При малыхъ степеняхъ разжиженія, напимѣръ, въ случаѣ чистоты рѣки передъ спускомъ 2 mgr. на литрѣ (меньше восьми-

кратнаго) нормы должны быть повышены. При большихъ степеняхъ разжиженія нормы эти могутъ быть значительно понижены. Допустимыя степени пониженія основной нормы намѣчаются Комиссией слѣдующія:

1. При разжиженіи въ 150 до 300 разъ—проба на поглощеніе раствореннаго кислорода можетъ быть совершенно отмѣнена и количество взвѣшенныхъ веществъ можетъ быть допущено до 60 мгрм. на литръ. Чтобы удовлетворить этому требованію, достаточно будетъ одного химическаго осажденія.

2. При разжиженіи въ 300 до 500 разъ—количество взвѣшенныхъ веществъ въ спускаемой въ рѣку сточной жидкости можетъ быть допущено до 150 млгрм. въ литрѣ. Для этого въ большинствѣ случаевъ достаточно простого отстаиванія, при условіи правильнаго устройства и регулярнаго удаленія осадковъ.

3. При разжиженіи болѣе чѣмъ 500-кратномъ всякія нормы могутъ быть отмѣнены и сточная жидкость можетъ спускаться, пройдя лишь черезъ рѣшетки для устраненія крупныхъ взвѣшенныхъ веществъ, или-же небольшіе осадочные бассейны, какъ то найдетъ нужнымъ разрѣшить Центральное Правительство.

Пониженныя нормы, вырабатываемыя Рѣчными комитетами, могутъ быть пересматриваемы и должны устанавливаться на срокъ болѣе короткій, чѣмъ общая основная и мѣстныя повышенныя нормы.

Королевская Комиссія предлагаетъ измѣнить законъ объ охранѣ рѣкъ 1876 года въ томъ смыслѣ, что спускъ сточныхъ водъ въ рѣки не является преступленіемъ, если сточныя воды эти удовлетворяютъ установленной общей основной или мѣстной измѣненной нормѣ.

Только-что приведенный проектъ новыхъ англійскихъ нормъ для спуска сточныхъ водъ слѣдуетъ признать слишкомъ недостаточно охраняющимъ чистоту рѣчной воды и санитарные интересы населенія. У насъ въ Россіи, въ виду значительно меньшей плотности населенія, чѣмъ въ Англіи, возможно и необходимо содержать рѣки болѣе чистыми, чѣмъ въ Англіи, а пониженіе нормъ очистки въ случаяхъ большихъ разжиженій сточныхъ водъ въ многоводныхъ рѣкахъ, даже до спуска неочищенныхъ канализаціонныхъ водъ, слѣдуетъ признать совершенно недопу-

стимымъ вслѣдствіе того вреда, который этой мѣрой будетъ нанесенъ сельскому и городскому населенію.

Нормы Дунбара и Тумма.

Въ Германіи пользуются данными, выработанными Дунбаромъ и Туммомъ.

Дунбаръ и Туммъ предъявляютъ къ очищеннымъ сточнымъ водамъ слѣдующія требованія.

1. Очисткой должно быть удалено не менѣе 98—99% нерастворимыхъ веществъ, находившихся въ этихъ водахъ до ихъ очистки.

2. Очищенные воды при стояніи въ теченіе недѣли въ закрытой стеклянкѣ при 20° Ц., не должны загнивать и давать реакцію на сѣроводородъ.

3. Окисляемость должна быть понижена очисткой не менѣе, чѣмъ на 60—65%.

4. Въ очищенной, не разбавленной сточной водѣ не должны погибать рыбы, слѣдовательно она должна содержать не менѣе 1 куб. сант. раствореннаго кислорода и быть свободной отъ вредныхъ для рыбъ веществъ.

Методы изслѣдованія сточныхъ водъ.

Изслѣдованіе сточныхъ водъ производится по тому-же плану и, въ большинствѣ случаевъ, съ помощью тѣхъ-же методовъ, которые описаны нами для питьевыхъ водъ, поэтому мы опишемъ здѣсь только тѣ способы изслѣдованія, которые или совершенно не употребляются при анализѣ питьевыхъ водъ или, если и употребляются, то при соблюденіи иныхъ условій, чѣмъ при анализѣ сточныхъ водъ¹⁾.

Способъ выемки пробъ сточныхъ водъ заслуживаетъ особен-

1) Подробн. см. G. J. Fowler. Sewage Works Analyses, London, 1902; Sidney Barwise. The Purification of Sewage. London, 1904; Appendix on the Analyses. A. Calmette. Recherches sur épuration biologique et chimique des eaux d'égout, Vol. III, p. 112. Farnsteiner, Bittenberg und Korn. Leitfaden, f. die chem. Analysis von Wasser u. Abwasser. 1902. Отчеты Английской Королевской Коммиссіи по очисткѣ и удаленію сточныхъ водъ. Standard Methods for Examination of Water and Sewage. 1912. Americ. Publ. Health Assotiation. 2 edit.

наго вниманія; онъ подробно описанъ въ инструкціи Медицинскаго Совѣта (см. приложение въ концѣ книги).

Для анализа необходимо отъ 3 до 6 литровъ сточной воды, смотря по подробности анализа. Для анализовъ газовъ берутся отдѣльныя пробы и часть необходимыхъ манипуляцій съ ними дѣлается на мѣстѣ взятія пробы.

Обычный анализъ сточныхъ водъ ограничивается опредѣленіемъ: физическихъ свойствъ, реакціи, окисляемости по Кубелю и Шульцу, взвѣшенныхъ веществъ, сухого (плотнаго) остатка, потери при прокаливаніи, амміака (минеральнаго и бѣлковаго), азотистой, азотной кислоты, органическаго азота, связаннаго хлора, сѣроводорода и органическихъ веществъ по англійскимъ способамъ; въ нѣкоторыхъ случаяхъ опредѣляютъ органическій углеродъ и газы.

При рѣшеніи вопросовъ о загрязненіи питьевыхъ водъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ необходимо направить анализъ на специфическія загрязняющія вещества, свойственныя данному производству.

Анализъ сточныхъ водъ производится, по возможности, тотчасъ-же по взятіи пробы. Если этого сдѣлать нельзя, то къ нимъ до перевозки въ лабораторію прибавляютъ консервирующія вещества:

а) На 1 литръ профильтрованной сточной воды прибавляютъ 2 куб. сант. 25%-ной H_2SO_4 . Эта порція идетъ

для опредѣленія органическаго азота,

" " амміака,

" " окисляемости,

" " органическаго углерода.

б) На 1 литръ нефilterованной сточной воды прибавляютъ 2 куб. сант. хлороформа. Эта порція пригодна

для опредѣленія плотнаго осадка,

" " взвѣшенныхъ веществъ,

" " азотной кислоты,

" " азотистой кислоты,

" " хлора.

в) Еще литръ нефilterованной сточной воды оставляютъ стоять въ закрытомъ сосудѣ въ теченіи 1 недѣли для пробы на загниваемость (не фильтровать!).

Физическія свойства воды.

Цвѣтъ и внѣшній видъ воды. Нефильтрованная, взболтанная вода изслѣдуется при падающемъ свѣтѣ и характеризуется словами: прозрачна, опалесцируетъ, мутновата, мутна, сильно мутна. Затѣмъ изслѣдуютъ цвѣтъ той-же воды, профильтрованной въ небольшой цилиндръ бѣлаго стекла, при отраженномъ свѣтѣ.

Запахъ. 100 куб. сант. воды наливаютъ въ длинногорлую колбу, закупориваютъ пробкой и взбалтываютъ. Различаютъ запахъ: землистый, илистый, гнилой, фекальный, сѣроводородный. Для опредѣленія другихъ запаховъ въ водахъ, содержащихъ сѣроводородъ, изслѣдуютъ ихъ обоняніемъ по удаленіи сѣроводорода избыткомъ раствора мѣднаго купороса при сильномъ взбалтываніи.

Прозрачность. Хорошо взболтанную воду наливаютъ въ стеклянный цилиндръ съ дѣленіями и съ краномъ внизу. Подъ цилиндръ ставятъ пробный шрифтъ № 1 Снеллена и выливаютъ постепенно воду до тѣхъ поръ, пока отдѣльныя буквы шрифта не будутъ совершенно ясно видимы. Высота оставшейся воды въ сантиметрахъ выражаетъ степень прозрачности испытуемой воды.

Осадокъ. Осадокъ можетъ быть мелкій, комкообразный, зернистый, клочковатый, слизистый; отмѣчаютъ цвѣтъ осадка. Объемъ осадка опредѣляютъ въ высокому цилиндру (60×2), въ который наливаютъ 50 куб. сант. изслѣдуемой воды и записываютъ высоту осадка по истеченіи 10 минутъ. Результаты выражаются въ миллиметрахъ на метръ высоты воды.

Реакція. Реакція испытывается лакмусовой бумажкой.

Изслѣдованіе способности сточныхъ водъ къ разложению и загниванію.

Проба Тумма на образованіе сѣроводорода. Ставятъ 1 литръ нефильтрованной воды на одну недѣлю въ стеклянномъ закрытомъ сосудѣ, въ темномъ мѣстѣ, при комнатной температурѣ. Если вода за этотъ срокъ не загниваетъ, не издаетъ противнаго запаха вообще и въ частности не пахнетъ сѣроводородомъ, то признается удовлетворительной. Сѣроводородъ обыкновенно можно открыть обоняніемъ, но не всегда, такъ какъ его

могутъ маскировать другія пахучія вещества. Вслѣдствіе этого необходимо сдѣлать испытаніе на сѣроводородъ: а) бумажкой, смоченной щелочнымъ растворомъ уксуснокислаго свинца. Отъ сѣроводорода бумажка бурѣетъ или чернѣетъ. Очень малые количества сѣроводорода не могутъ быть открыты этимъ способомъ; однако для практическихъ цѣлей чувствительность этого способа вполне достаточна.

Проба Р. Вельдerta и Кэтъ Ролихъ на сѣроводородъ.

Принципъ. Въ кислотѣ растворѣ въ присутствіи сѣроводорода хлорное желѣзо образуетъ изъ пара-амидо-диметиланилина синюю краску—метиленовую синьку (реакція Каро).

Реактивы. Реактивъ Каро: 1 грм. пара-амидо-диметиланилина растворяютъ въ 300 куб. сант. соляной кислоты у. в. 1,19 и въ этотъ растворъ прибавляютъ 100 куб. сант. 1% раствора хлорнаго желѣза (Fe_2Cl_6). Прозрачную смѣсь сохраняютъ въ темномъ мѣстѣ и въ коричневой стеклянкѣ.

Ходъ опредѣленія. Къ 10 куб. сант. изслѣдуемой воды прибавляютъ 3 куб. сант. реактива Каро, взбалтываютъ. Въ присутствіи сѣроводорода смѣсь дѣлается синей.

Проба Спитта и Вельдerta съ метиленовой синькой.

Спитта и Вельдертъ предложили прибавлять къ изслѣдуемой сточной водѣ—краску метиленовую синьку (метиленблау), которая обладаетъ способностью весьма легко возстановляться и при этомъ обезцвѣчивается.

Ходъ опредѣленія. Отмѣриваютъ въ стеклянку 50 куб. сант. изслѣдуемой воды и къ ней прибавляютъ 0,3 куб. сант. $\frac{1}{2}\%$ раствора метиленовой синьки и ставятъ въ термостатъ при 37°C . на опредѣленный срокъ. Если при описанныхъ условіяхъ сточная вода въ теченіе 6 часовъ сохранить синюю окраску, это означаетъ, что гніеніе съ образованіемъ сѣроводорода въ такой водѣ не наступитъ и въ продолженіе нѣсколькихъ дней.

Іодная проба Бонжана.

Принципъ. Бонжанъ (1908) предложилъ опредѣлять загниваемость воды по количеству поглощаемаго ею іода, который связывается сѣроводородомъ, сѣрнистой кислотой и нѣкоторыми

органическими соединениями. Результатъ выражается въ миллиграммахъ сѣроводорода на литръ воды.

Реактивы. 1) Растворъ іода въ іодистомъ калии, содержащій 0,747 грм. іода на литръ, 1 куб. сант. его = 0,1 mgr. сѣроводорода (H_2S).

2) Соотвѣтствующій растворъ сѣрноватистонатровой соли и

3) Крахмальный клейстеръ.

Ходъ опредѣленія. Къ 100 куб. сант. сточной воды прибавляютъ 10 куб. сант. іоднаго раствора (1), даютъ стоять 10 мин. и невошедшій въ реакцію іодъ обратно титруютъ сѣрноватистонатровой солью въ присутствіи крахмальнаго клейстера до исчезновенія синей окраски.

Примѣръ. 100 куб. сант. сточной жидкости связали 6 куб. сант. іоднаго раствора, что соотвѣтствуетъ $6 \times 0,1 \times 10 = 6$ mgrm. H_2S въ литрѣ.

Англійскіе способы опредѣленія органическихъ веществъ въ сточныхъ водахъ.

Англійскіе авторы (Скуддеръ, Фоулеръ и др.) предложили три специальныхъ приема для опредѣленія органическихъ веществъ въ сточныхъ водахъ съ цѣлью характеризовать ихъ лучше, чѣмъ это позволяютъ сдѣлать опредѣленія органическихъ веществъ по Кубелю и по Шульцу. Два изъ этихъ приемовъ извѣстны подъ названіями: „четырёхчасовой пробы (Four Hours Oxygen Absorption Test) и трехминутной пробы (Three Minutes Oxygen Absorption Test) на поглощеніе кислорода“ и назначены для измѣренія органическихъ веществъ въ сточной водѣ по количеству кислорода, которое эти вещества способны отнимать отъ марганцевокалиевой соли при обыкновенной, комнатной температурѣ въ присутствіи сѣрной кислоты въ теченіе четырехъ часовъ или трехъ минутъ послѣ прибавленія къ водѣ марганцевокалиевой соли. Такимъ образомъ съ помощью этихъ пробъ, въ сущности, опредѣляется сила возстановляющей (редукціонной) способности воды при обыкновенной температурѣ.

Кромѣ того выработанъ еще одинъ приемъ, съ помощью котораго можно сравнивать редукціонную способность свѣжей сточной воды и той-же воды послѣ храненія ея въ термо-

статъ въ теченіе нѣсколькихъ дней; при чемъ въ томъ и другомъ случаѣ опредѣленія дѣлаются по трехминутному способу (Incubator Test).

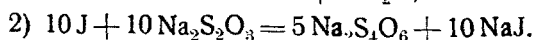
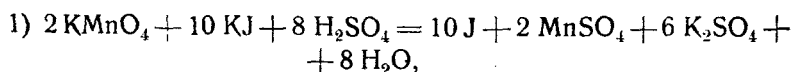
Хотя англійскія пробы общеприняты (Англійская Комиссія, Дунбаръ, Кальметъ и др.), онѣ даютъ еще меньшее представленіе о количествѣ органическихъ веществъ, чѣмъ опредѣленія по способу Кубеля и Шульца.

Четырехчасовая проба по Фоулеру.

Принципъ. Сточная вода въ присутствіи свободной сѣрной кислоты уже при обыкновенной температурѣ способна отнимать отъ минеральнаго хамелеона кислородъ и возстановлять его до низшихъ ступеней окисленія марганца. При этомъ происходитъ окисленіе части органическихъ веществъ воды, а также всѣхъ, способныхъ къ окисленію неорганическихъ соединений (заиси желѣза, сѣроводорода, сѣрнистой и азотистой кислотъ и друг.). Съ другой стороны, при этой пробѣ остаются неопредѣленными многія органическія вещества, которыя окисляются хамелеономъ только при кипяченіи, т. е. при условіяхъ опредѣленія окисляемости воды по Кубелю или по Шульцу. При прочихъ равныхъ условіяхъ, возстановляющая сила сточной воды будетъ тѣмъ больше, чѣмъ дольше она была въ соприкосновеніи съ марганцевокаліевою солью и чѣмъ выше была температура, при которой происходило дѣйствіе окислителя на сточную воду.

Неразложившаяся марганцевокаліевая соль разрушается іодистымъ калиемъ, при чемъ выдѣляются изъ іодистаго калия эквивалентныя кислороду количества свободного іода, который и опредѣляется сѣрноватистонатровой солью.

Реакція идетъ точно по слѣдующимъ равенствамъ:



Слѣдовательно:

$$\begin{aligned} 2\text{KMnO}_4 &= 5\text{O} = 10\text{J} = 10\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \\ 2 \times 158 &= 5 \times 16 = 10 \times 126,97 = 10 \times 248. \end{aligned}$$

Отсюда:

$$\begin{aligned} \text{O} &= 2\text{J} = 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \frac{2}{5}\text{KMnO}_4 \\ 16 &= 253,94 = 496 = 63.2, \end{aligned}$$

Слѣдовательно 0,1 мгрм. кислорода = 1,586 мгрм. іода = 3,1 сѣрноватистокислаго натра = 0,395 марганцевокаліевой соли.

Реактивы. 1) Растворъ, содержащій 0,395 грм. марганцевокаліевой соли въ литрѣ дистиллированной воды; 1 куб. сант. этого раствора въ присутствіи кислоты отдаетъ 0,1 мгрм. кислорода. До растворенія навѣски дистиллированная вода слегка окрашивается въ розовый цвѣтъ каплей слабаго раствора марганцевокаліевой соли.

2) Сѣрная кислота 25⁰/₀-ная.

3) Растворъ сѣрноватистонатровой соли, содержащій 6 грм. этой соли въ литрѣ; 1 куб. сант. такого раствора приблизительно соотвѣтствуетъ 2 куб. сант. раствора марганцевокаліевой соли вышеуказаннаго титра.

4) Растворъ іодистаго калия 10⁰/₀-ный.

5) Крахмальныи клейстеръ 1⁰/₀-ный.

Установка титра сѣрноватистонатровой соли по марганцевокаліевой соли. Въ стеклянку съ притертой пробкой точно отмѣриваютъ:

70 куб. сант. дистиллированной воды,

10 куб. сант. 25⁰/₀-ной сѣрной кислоты,

50 куб. сант. марганцевокаліевой соли указаннаго титра и прибавляютъ столько капель 10⁰/₀ іодистаго калия, сколько необходимо для полнаго разложенія марганцевокаліевой соли, что замѣчается по исчезновенію розовой окраски и по окраскѣ въ бурожелтый цвѣтъ отъ выдѣлившагося іода.

Выдѣлившійся іодъ затѣмъ титруютъ по общимъ правиламъ сѣрноватистонатровой солью съ прибавленіемъ въ концѣ титрованія нѣсколькихъ капель крахмальнаго клейстера до исчезновенія синей окраски. Въ случаѣ надобности, растворъ сѣрноватистонатровой соли разводятъ такимъ образомъ, чтобы 25 куб. сант. его точно соотвѣтствовали 50 куб. сант. раствора марганцевокаліевой соли; тогда 1 куб. сант. раствора сѣрноватистонатровой соли соотвѣтствуетъ 0,24 мгрм. кислорода.

Ходъ опредѣленія. Въ стеклянку съ притертой пробкой наливаютъ: 70 куб. сант. нефилърованной сточной воды, 10 куб. сант. 25⁰/₀ сѣрной кислоты и 50 куб. сант. титрованнаго раствора марганцевокаліевой соли и оставляютъ стоять при комнатной температурѣ въ теченіе четырехъ часовъ, встряхивая время отъ времени. Если до истеченія этого срока жидкость обезцвѣтится, необходимо опытъ повторить съ тѣмъ-же объемомъ воды,

но съ двойными объемами марганцевокалиевой соли и сѣрной кислоты. Менѣе точный пріемъ состоитъ въ томъ, что, замѣтивъ быстрое поблѣдненіе содержимаго стклянки, въ нее изъ бюретки вливають еще 10 куб. сант. сѣрной кислоты и 50 куб. сант. марганцевокалиевой соли.

По истеченіи четырехъ часовъ, для разложенія оставшейся невозстановленной марганцевокалиевой соли, прибавляютъ столько капель іодистаго калия, чтобы жидкость изъ розовой превратилась въ желтую, и выдѣлившійся іодъ въ присутствіи крахмального клейстера опредѣляютъ сѣрноватистонатровой солью.

Примѣръ. Допустимъ, что при установкѣ титра на 50 куб. сант. марганцевокалиевой соли израсходовано 27,7 куб. сант. сѣрноватистонатровой соли (а не 25 куб. сант.), и на 70 куб. сант. изслѣдуемой сточной воды послѣ четырехъ часового соприкосновенія ея съ хамелеономъ пошло 24 куб. сант. Находимъ отношеніе 50 куб. сант. KMnO_4 къ 27,7 куб. сант. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 1,8$. Умножая на этотъ факторъ израсходованный при опредѣленіи объемъ сѣрноватистонатровой соли, т. е. 24 куб. сант., получимъ 43,2 куб. сант. раствора марганцевокалиевой соли. Вычитая изъ 50 куб. сант. марганцевокалиевой соли, прилитыхъ къ сточной водѣ въ началѣ опыта, 43,2 куб. сант., получаемъ разницу въ 6,8 куб. сант. марганцевокалиевой соли; этотъ объемъ марганцевой соли былъ возстановленъ 70-ю куб. сант. сточной воды во время опыта; перечисляемъ его въ миллиграммы кислорода и на литръ воды:

$$\frac{6,8 \times 0,1 \times 1000}{70} = 9,7 \text{ мгрм. кислорода на литръ сточной воды.}$$

Способъ можно сдѣлать нѣсколько точнѣе, если растворъ марганцевокалиевой соли установить по щавелевой кислотѣ, какъ при опредѣленіи „окисляемости“.

Трехминутная проба.

Эта проба производится такъ-же, какъ и четырехчасовая, но съ тою разницей, что, послѣ прибавленія указанныхъ выше реактивовъ, смѣсь оставляютъ при комнатной температурѣ только три минуты; по истеченіи трехъ минутъ прибавляютъ іодистаго калия и опредѣляютъ по предыдущему выдѣлившійся іодъ.

Проба въ термостатѣ при 26° Ц.

Принципъ. Способъ основанъ на сравненіи возстановляющей способности сточной воды въ свѣжемъ состояніи и послѣ того, какъ вода простояла въ термостатѣ при 26° Ц. (80° Фаренгейта) въ теченіе 6—7 дней.

Реактивы. Реактивы тѣ-же, что и при предыдущихъ двухъ пробахъ.

Ходъ опредѣленія. Въ стеклянку, точно отмѣривъ, наливаютъ 70 куб. сант. изслѣдуемой сточной воды, приливаютъ вышеуказанныя количества сѣрной кислоты и марганцевой соли и при комнатной температурѣ оставляютъ стоять въ теченіе трехъ минутъ; затѣмъ опредѣляютъ неразложившійся хамелеонъ, послѣ прибавленія іодистаго калия, по количеству выдѣлившагося іода. Въ другую стеклянку до-полна наливаютъ одновременно съ первой вторую порцію сточной воды, затыкаютъ пробкой и ставятъ въ термостатъ при 26° Ц. на 6—7 дней. По истеченіи этого срока отмѣриваютъ 70 куб. сант. стоявшей въ термостатѣ сточной воды въ другую стеклянку, въ которую предварительно уже были налиты: 10 куб. сант. сѣрной кислоты и 50 куб. сант. титрованного раствора марганцевокалиевой соли, и по истеченіи трехъ минутъ прибавляютъ іодистаго калия и титруютъ выдѣлившійся іодъ.

Настоящая (манчестерская) проба преслѣдуетъ тѣ-же цѣли, что и опредѣленіе каэффиціента измѣняемости кислорода въ питьевыхъ водахъ по способу Леви и Спитты, но судить о способности воды загнивать не по уменьшенію раствореннаго въ сточной жидкости кислорода (котораго тамъ можетъ и не быть), а по количеству кислорода, отнятаго отъ марганцевокалиевой соли образовавшимися при храненіи въ термостатѣ возстановляющими веществами.

Въ другихъ англійскихъ лабораторіяхъ эта проба производится при 24° Ц. и въ теченіе 5 дней.

Опредѣленіе органическихъ веществъ по Кубелю.

Вслѣдствіе содержанія значительныхъ количествъ органическихъ веществъ, при опредѣленіи ихъ сточныя воды сильно разводятъ дистиллированной водой, освобожденной отъ органическихъ веществъ двойной перегонкой (обыкновенно берутъ

10 куб. сант. профильтрованной сточной и 90 куб. сант. дистиллированной воды) и для болѣе спокойнаго кипѣнія прибавляется нѣсколько кусочковъ прокаленной пемзы.

Титръ марганцевокаліевой соли устанавливается обычнымъ путемъ (стр. 103).

Опредѣленіе органическихъ веществъ по Шульцу.

При изслѣдованіи сточныхъ водъ опредѣленіе окисляемости по Шульцу въ щелочномъ растворѣ обязательно. Для изслѣдованія берется: 5—10 куб. сант. фильтрованной сточной воды; 95—90 куб. сант. дистиллированной воды; $\frac{1}{2}$ куб. сант. ѣдкаго натра (1:1) и 0,1 грм. пемзы.

Самое опредѣленіе производится описаннымъ способомъ (стр. 106). Сравнительныя изслѣдованія англійскихъ методовъ и окисляемости по Кубелю и Шульцу производились въ нашей лабораторіи и привели къ слѣдующимъ выводамъ¹⁾:

1) окисленіе органическихъ веществъ посредствомъ марганцевокислаго кали происходитъ полнѣе и энергичнѣе при высокой температурѣ (100°C.), причемъ для полученія точныхъ, постоянныхъ и сравнимыхъ результатовъ необходимо, чтобы избытокъ этого окислителя былъ въ $2\frac{1}{2}$ раза больше количества, потребнаго для полнаго окисленія органическихъ веществъ; 2) органическія вещества въ нѣкоторыхъ питьевыхъ водахъ нѣсколько лучше окисляются въ щелочномъ растворѣ по способу Шульца; разница, однако, невелика и не можетъ имѣть практическаго значенія; 3) при 3-хъ мин. и 4-хъ час. англійскихъ пробахъ (Test) окисляются почти полностью фенолъ, пирогаллолъ, салициловая кислота, анилинъ, встрѣчающіяся въ фабричныхъ сточныхъ водахъ, а также въ меньшей, но въ весьма значительной степени, и невинныя вещества растительнаго происхожденія (гуминовыя вещества, торфъ); 4) 3-хъ мин. и 4-хъ час. пробы не даютъ какихъ либо указаній на природу органическихъ примѣсей въ питьевыхъ водахъ, такъ какъ при этихъ способахъ окисляются не только подозрительныя вещества животнаго происхожденія, но и часть безразличныхъ въ санитарномъ отношеніи растительныхъ веществъ и потому примѣненіе ихъ для санитарной оцѣнки питье-

¹⁾ М. А. Пичахчи. Сравнительная оцѣнка наиболѣе употребительныхъ англійскихъ и нѣмецкихъ методовъ опредѣленія органическихъ веществъ марганцевокислымъ кали въ питьевыхъ и сточныхъ водахъ. 1914 г. П. Дисс.

вой воды не даетъ какихъ либо новыхъ надежныхъ точекъ опоры; 5) 3-хъ мин. проба обнаруживаетъ въ питьевыхъ водахъ 14,90‰ органическихъ веществъ, опредѣляемыхъ по Кубелю, и около 18,40‰ въ сточныхъ очищенныхъ и профильтрованныхъ въ лабораторіяхъ водахъ; 6) 4-хъ час. проба обнаруживаетъ около 43,84‰ органическихъ веществъ въ питьевыхъ водахъ и около 47,45‰ въ профильтрованныхъ очищенныхъ біологически сточныхъ водахъ; 7) при опредѣленіи степени очистки сточныхъ водъ, 3-хъ мин. проба, давая представленіе о количествѣ содержащихся въ водѣ органическихъ и неорганическихъ соединений, быстро, почти мгновенно окисляемыхъ марганцевокислымъ кали, не указываетъ на природу органическихъ веществъ и на способность ихъ къ загниванію; 8) болѣе надежныя, точныя и сравнимыя данныя при опредѣленіи окисляемости и въ сточныхъ водахъ даютъ методы Кубеля и Шульца; 9) какихъ-либо точныхъ количественныхъ соотношеній между способомъ Кубеля, съ одной стороны, и 3-хъ мин. и 4-хъ час. пробами—съ другой, установить не удастся; 10) не замѣчается точныхъ количественныхъ соотношеній также и между 3-хъ мин. и 4-хъ час. пробами.

Минеральный и бѣлковый амміакъ.

Опредѣленіе минеральнаго амміака.

Сточная вода обыкновенно имѣетъ собственную окраску и иногда послѣ фильтрованія остается мутноватой, поэтому амміакъ опредѣляется въ перегонѣ, а не въ самой водѣ. Нерѣдко количество амміачныхъ солей въ сточной водѣ настолько значительно, что его въ перегонѣ можно опредѣлить не только колориметрически, но и титрованіемъ, улавливая амміакъ въ титрованную сѣрную кислоту.

Ходъ опредѣленія. Отмѣриваютъ 250 куб. сант. фильтрованной сточной жидкости, сохраняемой съ сѣрной кислотой, въ перегонную колбу, прибавляютъ 1 грм. магнезіи (MgO), нѣсколько кусочковъ пемзы, соединяютъ съ холодильникомъ и начинаютъ перегонять, улавливая перегонъ въ 20 куб. сант. $\frac{1}{10}$ норм. сѣрной кислоты. Оставшуюся свободной сѣрную кислоту обратно титруютъ $\frac{1}{10}$ норм. ѣдкимъ натромъ. Перегоняютъ ровно 100 куб. сант.; 1 куб. сант. $\frac{1}{10}$ норм. сѣрной кислоты равняется 1,7 мгрм. NH₃. Ср. стр. 112 и 113.

Определение бѣлковаго амміака.

Ходъ опредѣленія. Къ жидкости, оставшейся въ колбѣ послѣ отгона минеральнаго амміака, приливаютъ: 1) 100 куб. сант. свободной отъ амміака дистиллированной воды, затѣмъ 5 грм. марганцевокаліевой соли и прибавляютъ 50 куб. сант. 30% раствора ѣдкаго натра; или 2) прибавляютъ 50 куб. сант. щелочнаго раствора хамелеона, приготовленнаго по Ванклинъ - Шапману (Wanklinn-Charmann); 200 грм. ѣдкаго калия и 8 грм. марганцевокаліевой соли растворяютъ въ $1\frac{1}{2}$ литрахъ безамміачной дистиллированной воды и растворъ выпариваютъ до объема 800 куб. сант., сливаютъ сифономъ и доводятъ безамміачной водой до 1000 куб. сант.

Необходимо контрольнымъ опытомъ убѣдиться, что реактивъ не содержитъ амміака.

Затѣмъ вновь отгоняютъ 100 куб. сант. и улавливаютъ въ 20 куб. сант. $\frac{1}{10}$ -норм. сѣрной кислоты, которую обратно титруютъ $\frac{1}{10}$ норм. ѣдкимъ натромъ и пересчитываютъ на бѣлковый амміакъ.

Азотъ.

Общее количество азота.

Для опредѣленія общаго количества, т. е. совмѣстно органическаго и минеральнаго азота, берутъ 250 куб. сант. сточной воды и обрабатываютъ ее смѣсью сѣрной и карболовой кислоты по способу Къельдаля-Йодлауера. Подробности см. стр. 140.

Органическій азотъ.

1) Органическій азотъ опредѣляется изъ разницы, вычитая изъ общаго количества азота азотъ амміачныхъ солей и азотъ азотистой и азотной кислотъ,

и 2) по способу Къельдаля (вмѣстѣ съ азотомъ амміачныхъ солей); причемъ азотистая и азотная кислоты предварительно удаляются кислымъ сѣрнокислымъ кали и хлорнымъ желѣзомъ (Fe_2Cl_6); послѣднее образующейся при реакціи сѣрнистой кислотой восстанавливается въ хлористое желѣзо (FeCl_2).

Ходъ опредѣленія. Берутъ 250 куб. сант. сточной воды,

5 куб. сант. сѣрной кислоты (1:3), 0,5 грм. кислаго сѣрнокислаго кали (KHSO_4), 5 капель 10% раствора хлорнаго желѣза и въ колбѣ Кьельдаля выпариваютъ до объема 50 куб. сант. При этомъ возстановленная азотистая и азотная кислота улетаютъ въ формѣ окиси азота (NO).

Давъ жидкости охладиться, прибавляютъ въ колбу 20 куб. сант. раствора Кулиша, 0,1 грм. окиси мѣди и 5 капель хлорной платины (10%), разрушаютъ органическія вещества продолжительнымъ кипяченіемъ, пока содержимое колбы (отъ образовавшейся сѣрнокислой мѣди) не сдѣлается свѣтло-зеленымъ. (Подробн. см. стр. 135). Вычитая изъ полученной суммы органическаго и амміачнаго азота, азотъ амміачныхъ солей, въ остаткѣ получаютъ азотъ органическій.

Опредѣленіе углерода органическихъ веществъ.

Для болѣе подробнаго знакомства съ составомъ органическихъ веществъ сточныхъ водъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ въ нихъ опредѣляютъ не только органическій азотъ, но и углеродъ.

Способъ Кёнига.

Принципъ. Органическія вещества окисляются при кипяченіи марганцевокалиевой солью въ присутствіи сѣрной кислоты и сѣрнокислой ртути; углеродъ органическихъ соединений при этомъ превращается въ углекислоту, которая и опредѣляется вѣсовымъ путемъ въ приборѣ Фрезеніуса-Классена, приспособленномъ для этой цѣли Кёнигомъ (рис. 66). Углекислота минеральныхъ солей удаляется до опыта продолжительнымъ кипяченіемъ сточной воды съ сѣрной кислотой. Способъ не отличается точностью, но можетъ давать сравнимые результаты (1901 г.).

Ходъ опредѣленія. Въ большую круглую колбу (к) вливаютъ 250—500 куб. сант. фильтрованной воды и 10 куб. сант. разбавленной сѣрной кислотой, закрываютъ колбу гуттаперчевой пробкой съ вставленнымъ обратнымъ холодильникомъ и кипятятъ около $\frac{1}{2}$ часа до полного удаленія образующейся углекислоты.

Въ охлажденную колбу прибавляютъ 2—3 грм. KMnO_4 и 10 куб. сант. 20% раствора сѣрнокислой ртути. Затѣмъ вставляютъ обратный холодильникъ, конецъ котораго соединяютъ съ труб-

кой Пелиго (а). Трубка *a* наполнена крѣпкой сѣрной кислотой, а послѣдующія у-образн. трубки: *b*—хлористымъ кальціемъ; *c* и *d*—ѣдкимъ натромъ; *e*—наполовину ѣдкимъ натромъ, наполовину хлористымъ кальціемъ. Соединивъ части аппарата, начинаютъ нагрѣвать и, въ видахъ равномернаго прохожденія воздуха черезъ трубки жидкость весьма медленно доводятъ до кипѣнія. Водяные пары сгущаются въ обратно-поставленномъ холодильнике, а также поглощаются въ трубкахъ *a* и *b*. Выдѣляющаяся углекислота поглощается въ взвѣшенныхъ трубкахъ *c* и *d*. По окончаніи

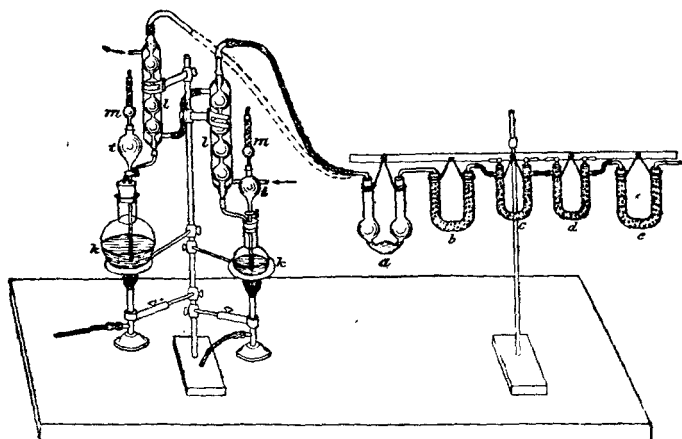


Рис. 60. Приборъ Фрезениусъ-Классена, приспособленный Кенигомъ для опредѣленія органическаго углерода.

выдѣленія газовъ, открываютъ кранъ раздѣлительной воронки (*f*), наполненной ѣдкимъ натромъ, и протягиваютъ аспираторомъ въ теченіи получаса воздухъ чрезъ слабо-кипящую жидкость.

По окончаніи опыта закрываютъ краны у *c* и *d* и вторичнымъ взвѣшиваніемъ опредѣляютъ количество поглощенной углекислоты.

Опредѣленіе органическаго углерода въ присутствіи летучихъ органическихъ веществъ.

Въ очень рѣдкихъ случаяхъ въ сточныхъ водахъ встрѣчаются летучія углеродистыя органическія вещества, не сгущающіяся въ обратно-поставленномъ холодильнике. Въ такихъ случаяхъ опредѣляютъ одновременно углекислоту, находящуюся въ

водѣ въ формѣ карбонатовъ, вмѣстѣ съ углекислотой, образовавшейся при окисленіи органическаго углерода, и изъ полученнаго общаго количества CO_2 вычитаютъ количество углекислоты, соответствующее углекислымъ солямъ.

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

Опредѣленіе органическаго углерода въ взвѣшенныхъ веществахъ.

Отфильтрованные и промытыя взвѣшенные вещества вмѣстѣ съ фильтромъ вносятъ въ малую колбу (*k*) вышеописаннаго прибора, прибавляютъ 10 куб. сант. 20% раствора сѣрнокислой ртути, 5 грм. хромовой кислоты и при сильномъ токъ холодной воды въ холодильникъ, соединенномъ съ аппаратомъ, приливаютъ изъ раздѣлительной воронки (*t*) 50 куб. сант. крѣпкой сѣрной кислоты и далѣе поступаютъ, какъ указано выше.

При этомъ взвѣшенные вещества могутъ содержать углекислыя соли, напр., CaCO_3 , что конечно, необходимо принять во вниманіе.

Примѣръ для вычисленія. Умножая количество найденной углекислоты на $0,2728 \left(\frac{\text{C}}{\text{CO}_2} \right)$, получаютъ количество углерода.

Опредѣленіе азотистой кислоты по Грису.

Въ сточной водѣ азотистая кислота встрѣчается, какъ одинъ изъ продуктовъ окисленія азотъ-содержащихъ органическихъ веществъ. Способъ опредѣленія азотистой кислоты іодно-цинковымъ клейстеромъ, примѣняемый для питьевой воды (стр. 119), здѣсь не пригоденъ вслѣдствіи присутствія въ сточныхъ водахъ соединений, которыя изъ іодистаго калия выдѣляютъ іодъ, или наоборотъ, поглощаютъ выдѣлившійся іодъ. Поэтому здѣсь примѣняется колориметрическій способъ Грисса, основанный на образованіи красной азокраски (стр. 126).

Въ виду того, что сточныя воды мутны и окрашены, ихъ нужно предварительно обезцвѣтить и освободить отъ муты осажденіемъ уксуснокислымъ свинцомъ и фосфорно-вольфрамовой кислотой (Милославскій) или сѣрнокислымъ глиноземомъ.

Реактивы. 1) Смѣсь Грисса. Приготовление см. стр. 127.

2) Шаблонный растворъ азотистонатровой соли. Приготовление см. стр. 126.

3) $\frac{1}{2}\frac{0}{10}$ -ный растворъ фосфорно-вольфрамовой кислоты.

4) $\frac{1}{2}\frac{0}{10}$ растворъ уксуснокислаго свинца.

Подготовленіе сточной воды къ анализу. Прежде чѣмъ приступить къ самому опредѣленію, необходимо сточную жидкость обезцвѣтитъ и освободить отъ веществъ, мѣшающихъ реакціи, напр., сѣроводорода. Берутъ 150 куб. сант. сточной жидкости (не-фильтрованной, сохраняемой съ хлороформомъ) и къ ней прибавляютъ 5 куб. сант. раствора фосфорно-вольфрамовой кислоты и 5—10 куб. сант. раствора уксуснокислаго свинца. Образовавшемуся осадку даютъ вполнѣ отстояться и сифономъ сливаютъ прозрачную жидкость; для ускоренія можно осадокъ отфильтровать и опредѣлять азотистую кислоту въ фильтратѣ.

Ходъ опредѣленія. По 100 куб. сант. подготовленной жидкости и шаблонаго раствора азотистонатровой соли наливаютъ въ Геннеровскіе цилиндры, прибавляютъ по 2 куб. сант. смѣси Грисса и черезъ 5—10 минутъ выравниваютъ окраску въ обоихъ цилиндрахъ.

Опредѣленіе азотной кислоты вмѣстѣ съ азотистой.

Способъ Нолля.

Для опредѣленія въ фарфоровой чашкѣ смѣшиваютъ 10 куб. сант. сточной воды съ 20 куб. сант. раствора бруцина (0,25 бруцина въ 100 куб. сант. H_2SO_4 у. в. 1,84) и, давъ постоять $\frac{1}{4}$ часа, вливаютъ въ 70 куб. сант. дистиллированной воды, предварительно налитой въ Геннеровскій цилиндръ. Въ другой цилиндръ наливаютъ 75 куб. сант. дистиллированной воды, 5 куб. сант. шаблонаго раствора азотнокислаго натра, 20 куб. сант. раствора бруцина; взбалтываютъ оба цилиндра и, по истеченіи 15 мин., выравниваютъ окраску жидкости въ обоихъ цилиндрахъ. Необходимо обращать вниманіе на то, чтобы время взаимодѣйствія между бруциномъ и растворомъ азотной кислоты было совершенно одинаково (ср. стр. 113).

Способъ Ульша.

Прибавивъ для удаленія амміака ѣдкаго натра, въ фарфоровой чашкѣ выпариваютъ 100—1000 куб. сант. сточной воды до малаго объема, переводятъ затѣмъ въ колбу, имѣющую специальную пробку съ трубкой-клапаномъ, вливаютъ 10 куб. сант. сѣрной кислоты (1:2), 5 грм. металлическаго желѣза и осторожно нагреваютъ въ теченіи 5 мин., а затѣмъ кипятятъ еще 5 мин. Образовавшійся амміакъ перегоняютъ и улавливаютъ въ титрованную сѣрную кислоту (Ср. стр. 111, Опредѣленіе амміака и органическаго азота стр. 129 и 135).

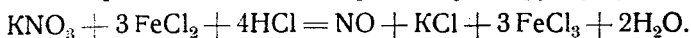
Англійская коммиссія допускаетъ опредѣленіе нитратовъ въ сточной водѣ также колориметрически съ помощью метафенилендіамина, который употребляется для питьевой воды (стр. 124, 125 и 126).

Американская Ассоціація Общественнаго здравія ¹⁾ примѣняетъ для опредѣленія азотной кислоты въ сточныхъ водахъ сульфофеноловый способъ Гранваля и Ляжу, описанный выше (стр. 114).

Часто примѣняется также слѣдующій газометрическій способъ.

Газометрическое опредѣленіе азотной и азотистой кислотъ возстановленіемъ ихъ въ окись азота.

Принципъ. Азотная кислота въ присутствіи соляной возстановляется хлористымъ желѣзомъ (FeCl_2) въ окись азота (NO), которая собирается въ газоизмѣрительную трубку (эвдиометръ):



Объемъ окиси азота измѣряется и приводится къ 0° Ц. и 760 м.м. давленія и перечисляется на вѣсъ. Для перечисленія объемовъ газовъ на вѣсъ пользуются закономъ, что химическія частицы, выраженные въ граммахъ, занимаютъ одинъ и тотъ же объемъ 22,391 литра при 0° и 760 м.м.

Приборъ. Приборъ (рис. 61) состоитъ изъ круглодонной колбы А, емкостью около 150 куб. сант.; въ колбу вставлена воронка съ краномъ В и газопроводная трубка С діам. въ 2 м.м., на наружномъ концѣ которой припаяна Т-образная трубка. Нижний конецъ Т-образной трубки погруженъ въ чашку со ртутью, а верхній — въ растворъ ѣдкаго натра, которымъ наполнена ванна

¹⁾ Standard Methods etct., p. 24.

Д и газоизмѣрительная трубка Е, имѣющая дѣленія на десятые куб. сант. и емкость въ 25—50 куб. сант.; трубка Е укрѣпляется въ штативѣ или на деревянной пробкѣ съ радіальными боковыми прорѣзями, надѣтой на верхній отростокъ Т-обр. трубки.

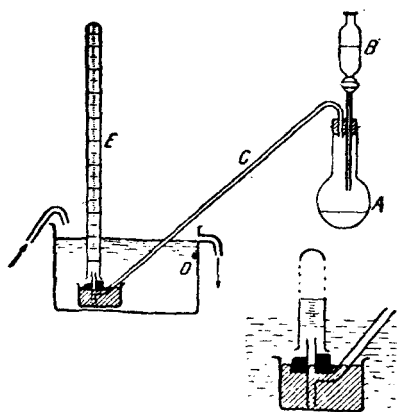


Рис. 61. Приборъ для опредѣленія азотной и азотистыхъ кислотъ.

Растворы. 1) Насыщенный растворъ солянокислой соли закиси желѣза: растворяютъ 80 грм. истертаго въ порошокъ кристаллическаго хлористаго желѣза въ такомъ объемѣ воды, чтобы получилось 100 куб. сант. раствора, приливаютъ 2 кубическихъ сант. концентрированной соляной кислоты, фильтруютъ и сохраняютъ защищеннымъ отъ дѣйствія воздуха.

2) 10%-ный растворъ ѣдкаго натра.

3) Конц. соляная кислота уд. в. 1,12.

Ходъ опредѣленія. Концентрируютъ въ чашкѣ 100—500 куб. сант. изслѣдуемой воды до 25—50 куб. сант. Вливаютъ въ колбу А прибора 30 куб. сант. раствора хлористаго желѣза и, заткнувъ колбу пробкой, черезъ воронку В вливаютъ въ нее 50 куб. сант. конц. соляной кислоты такъ, чтобы длинный отростокъ воронки былъ наполненъ кислотой и послѣ закрыванія крана. Затѣмъ собираютъ приборъ, какъ указано на рисункѣ, но только не подводятъ конецъ трубки С подъ измѣрительную трубку Е. Верхній отростокъ трубки С долженъ находиться въ щелочномъ растворѣ, а не въ ртути. Послѣ этого начинаютъ колбу А постепенно нагревать и поддерживаютъ равномерное кипѣніе до тѣхъ поръ, пока изъ прибора вытѣснится парами воды весь воздухъ. Для контроля время отъ времени собираютъ выдѣляющіеся изъ трубки С пузырьки газа, помѣщая надъ верхнимъ ея отросткомъ пробирку, наполненную щелочнымъ растворомъ и опрокинутую отверстиемъ книзу. Какъ только въ пробиркѣ перестанетъ собираться газъ, передвигаютъ газоизмѣрительную трубку Е надъ отверстіе трубки С и вѣскольکو уменьшаютъ нагреваніе колбы А на столько, чтобы ртуть слегка

поднялась въ трубку С и медленно, но разомъ, изъ воронки В вливаютъ сконцентрированную воду въ колбу А. Наконецъ, чашку, въ которой концентрировалась вода, 2 раза ополаскиваютъ 10 куб. сант. разбавленной соляной кислоты и черезъ воронку В вливаютъ въ колбу А. Во время вливанія жидкостей необходимо внимательно слѣдить за тѣмъ, чтобы ртуть была нѣсколько поднята въ трубкѣ С, что указываетъ на пониженное давленіе въ колбѣ А и необходимо для выливанія жидкостей изъ воронки В. Когда вливаніе закончилось, содержимое колбы А кипятятъ до тѣхъ поръ, пока въ трубкѣ Е прекратится выдѣленіе пузырьковъ и объемъ газа перестанетъ увеличиваться. Слѣдить за тѣмъ, чтобы ртуть не поднималась высоко въ трубкѣ С и не перебросилась въ колбу А (взрывъ!).

По окончаніи выдѣленія окиси азота подъ измѣрительную трубку Е подводятъ маленькую фарфоровую чашку или тигель и, взявъ другой рукой за трубку, переносятъ въ высокій стеклянный цилиндръ, наполненный водой комнатной температуры, погружаютъ ее наклонно въ воду такъ, чтобы вода покрыла всю трубку, и оставляютъ въ такомъ положеніи на 20—30 минутъ. По истеченіи этого срока трубку съ окисью азота щипцами или за привязанный къ ней шнурокъ приподнимаютъ на столько, чтобы уровень жидкости въ трубкѣ и цилиндрѣ съ водой стояли на одномъ уровнѣ и отсчитываютъ объемъ, занимаемый въ измѣрительной трубкѣ окисью азота; одновременно записываютъ температуру воды и барометрическое давленіе (В).

Расчеты. Найденный объемъ окиси азота V^t приводятъ къ 0° и 760 мм. давленія по формулѣ:

$$V^0 = \frac{(V^t \times B - h)}{(1 + \alpha t) 760}.$$

Здѣсь V^t = найденному объему окиси азота;

В = барометрическому давленію во время опыта;

h = давленію водяныхъ паровъ при температурѣ въ t градусовъ;

t = температурѣ воды въ цилиндрѣ и окиси азота;

α = коэффиціенту расширенія истинныхъ газовъ = 0,003668.

Если $V^0 = 30$ куб. сант. NO и было взято изслѣдуемой воды 250 куб. сант., то содержаніе N_2O_3 въ 1 литрѣ воды высчитывается слѣдующимъ образомъ:

Такъ какъ 1 куб. сант. NO вѣситъ 1,343 мгрм., то найденное количество его V^0 будетъ вѣситъ $V^0 \times 1,343$ мгрм.

Окись азота (NO) перечисляется далѣе на азотный ангидридъ (N_2O_5) на основаніи слѣдующихъ соотношеній:

$$\begin{aligned} 2NO : N_2O_5 \\ 60,02 : 108,02 = 1,343.V^0 : X; \end{aligned}$$

отсюда получаемъ

$$X = 2,417. V^0 \text{ мгрм.}$$

Описанный способъ представляетъ собой водоизмѣненіе способа Шульце-Тимана; въ этомъ водоизмѣненіи устраненъ главнѣйшій недостатокъ способа Шульце-Тимана — перебрасываніе жидкости изъ ванны черезъ трубку С въ колбу — тѣмъ, что нижній отростокъ Т-образнаго придатка трубки С погруженъ въ ртуть, которая при пониженіи давленія въ колбѣ поднимается медленно, чѣмъ щелочной растворъ. Этимъ приспособленіемъ устранена возможность взрывовъ, нерѣдко происходившихъ въ мало-опытныхъ рукахъ при опредѣленіи азотной кислоты по способу Шульце-Тимана¹⁾.

Газометрическое опредѣленіе азотистой и азотной кислотъ по способу В. Кальмана.

Принципъ. Азотистая кислота посредствомъ іодистоводородной кислоты переводится въ окись азота (NO), которая измѣряется по объему; затѣмъ азотная кислота переводится также въ окись азота съ помощью хлористоводородной закиси желѣза, какъ это описано въ предыдущемъ способѣ. Оба опредѣленія производятся одно за другимъ въ одномъ приборѣ и въ одной и той же порціи изслѣдуемой воды²⁾.

Такимъ образомъ для опредѣленія азотистой кислоты здѣсь примѣнена описанная выше реакція, на которой основывается качественное и количественное опредѣленіе азотистой кислоты съ іодноцинковымъ крахмаломъ по способу Тромсдорфа (стр. 121), протекающая по уравненію:

- 1) $HNO_2 + HJ = NO + J + H_2O$,
- 2) $HNO_3 + 3FeCl_2 + 3HCl = NO + 3FeCl_3 + 2H_2O$.

Приборы. 1) Круглодонная широкогорлая колба съ пробкой,

¹⁾ Cp. Zeitschr. f. analyt. Chemie, 1894, Т. 33, стр. 300 (L. de-Koninck).

²⁾ Ibid. и Zeitschr. f. analyt. Chemie, 1890, Bd. 29, S. 194 (W. Kalmann); Berlin. Berichte, 1905, Bd. IV, S. 3834. (J. Meisenheimer und F. Heim).

въ которой имѣются три отверстія: черезъ одно проходитъ трубка А для тока углекислоты (этой трубки у прибора на рис. 59 нѣтъ), черезъ второе вставлена раздѣлительная воронка В для вливанія реактивовъ и черезъ третью трубка С, назначенная для отвода образовавшейся окиси азота въ газоизмѣрительную трубку (см. рис. 61, стр. 256).

2) Газоизмѣрительныя трубки (эвдиометры), не менѣе двухъ.

3) Стеклянная ванна D, наполненная 12%-нымъ растворомъ ѣдкаго натра.

4) Приборъ для развитія углекислаго газа.

Реактивы. 1) 12%-ный растворъ ѣдкаго натра.

2) 5%-ный растворъ іодистаго калия.

3) Разбавленная соляная кислота.

4) Конц. растворъ хлористоводородной закиси желѣза (см. предыдущій способъ).

Ходъ опредѣленія. Сначала опредѣляется азотистая кислота. Концентрируютъ воду до 25—30 куб. сант.; вливаютъ въ колбу прибора, собираютъ его и пропускаютъ во все время опредѣленія черезъ трубку А токъ углекислоты, пропущенной для удержанія соляной кислоты черезъ растворъ углекислаго кали.

Послѣ удаленія изъ прибора воздуха (черезъ 10—20 мин.) надъ концемъ трубки С, погруженномъ въ ѣдкій натръ, ставятъ эвдиометръ, наполненный ѣдкимъ натромъ; изъ воронки В вливаютъ 10—15 куб. сант. раствора іодистаго калия (при чемъ нижній конецъ воронки до зажима или крана предварительно наполняется водой) и затѣмъ вливаютъ столько-же разбавленной соляной кислоты. Образование окиси азота начинается тотчасъ послѣ выдѣленія іода; реакцію ускоряютъ весьма слабымъ нагрѣваніемъ, которое усиливаютъ до кипѣнія только въ концѣ и одновременно усиливаютъ токъ углекислоты. Собранную окись азота (NO) измѣряютъ, какъ описано выше, и перечисляютъ на N_2O_3 .

Въ оставшейся въ приборѣ жидкости опредѣляютъ, не разбирая прибора, азотную кислоту, приливая черезъ раздѣлительную воронку въ приборъ 10—15 куб. сант. раствора хлористаго желѣза, сильно подкисленного соляной кислотой.

Расчеты. См. предыдущій способъ.

Опредѣленіе хлоридовъ.

Вслѣдствіе того, что сточныя воды имѣютъ или щелочную или кислую реакцію, въ нихъ нельзя опредѣлять хлоръ объемнымъ способомъ по Мору, а приходится прибѣгать къ вѣсовому или опредѣлять объемнымъ по Фольгарту.

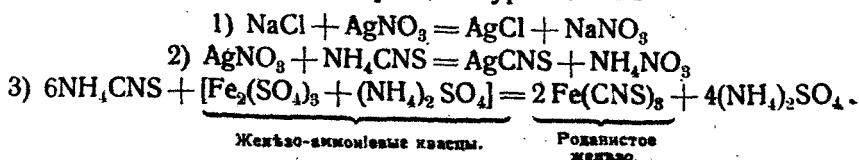
Вѣсовое опредѣленіе.

Отмѣриваютъ 50—100 куб. сант. профильтрованной сточной воды, и, сильно подкисливъ крѣпкой азотной кислотой, нагрѣваютъ до кипѣнія; если жидкость мутится, ее фильтруютъ, промываютъ осадокъ до исчезновенія реакціи на хлориды и, охладивъ фильтратъ, при постоянномъ помѣшиваніи, приливаютъ азотно-кислаго серебра и нагрѣваютъ на водяной банѣ, пока осадокъ не соберется въ крупныя хлопья; затѣмъ осадку хлористаго серебра даютъ отстояться въ темномъ мѣстѣ. Жидкость надъ осадкомъ должна быть совершенно прозрачна и не должна опалесцировать. Осадокъ отфильтровываютъ черезъ фильтръ съ опредѣленнымъ вѣсомъ золы, промываютъ горячей водой до исчезновенія реакціи на серебро, переводятъ осадокъ на часовое стекло, а фильтръ сжигаютъ надъ тиглемъ. Золу фильтра въ тигль смачиваютъ сначала каплей азотной, а затѣмъ соляной кислоты и выпариваютъ до суха на водяной банѣ; затѣмъ переводятъ осадокъ тоже въ тигель, осторожно прокаливаютъ до плавленія, даютъ охладиться въ эксикаторѣ и взвѣшиваютъ. Быстрѣе идетъ опредѣленіе въ тигль Гуча при высушиваніи хлористаго серебра при 120°—130° Ц. до постоянного вѣса. (Ср. стр. 180).

Опредѣленіе хлоридовъ по Фольгарту.

Принципъ. Хлориды осаждаютъ избытокъ азотнокислаго серебра. Если далѣе къ раствору серебра прибавить не содержащихъ хлора раствора желѣзо-аммоніевыхъ квасцовъ и азотной кислоты и затѣмъ прилить роданистой щелочи, то выпадаетъ бѣлое нерастворимое роданистое серебро.

Реакція течетъ по слѣдующимъ уравненіямъ:



Какъ только закончится осажденіе серебра, слѣдующая капля раствора роданистой щелочи образуетъ съ квасцами не исчезающую красную окраску (роданистое желѣзо), что служить признакомъ конца реакціи.

Реактивы. 1) $\frac{1}{10}$ норм. растворъ азотнокислаго серебра; получается раствореніемъ 16,99 грм. азотнокислаго серебра въ литръ воды.

2) $\frac{1}{10}$ норм. растворъ роданистаго калия, или аммонія. Такъ какъ обѣ эти соли гигроскопичны и безъ разложенія не могутъ быть высушены, то для приготовленія растворовъ берутъ ихъ приблизительное количество (около 10 грм. роданистаго калия, или 9 грм. роданистаго аммонія), растворяютъ до литра и устанавливаютъ титръ раствора по $\frac{1}{10}$ норм. раствору серебра.

3) Растворъ желѣзо-аммоніевыхъ квасцовъ. Къ насыщенному на холоду раствору желѣзо-аммоніевыхъ квасцовъ прибавляютъ азотной кислоты до исчезновенія бурой окраски раствора. Этого индикатора употребляютъ приблизительно одно и тоже количество при всѣхъ титрованіяхъ, а именно, на каждые 100 куб. сант. титруемаго раствора около 1—2 куб. сант. раствора квасцовъ.

Установка титра роданистой соли. 20 куб. сант. раствора серебра вливаютъ въ стаканъ, разбавляютъ приблизительно до 50 куб. сант. водой, прибавляютъ 1 куб. сант. раствора желѣзо-аммоніевыхъ квасцовъ и приливаютъ изъ бюретки растворъ роданистой соли при постоянномъ помѣшиваніи, пока появится не исчезающая розовая окраска жидкости.

Ходъ опредѣленія. 50—100 куб. сант. изслѣдуемой воды наливаютъ въ стаканъ и, при постоянномъ помѣшиваніи, приливаютъ избытокъ $\frac{1}{10}$ норм. раствора азотнокислаго серебра; нагрѣваютъ до кипѣнія, даютъ образовавшемуся хлористому серебру вполнѣ осѣсть, затѣмъ прибавляютъ 1—2 куб. сант. желѣзо-аммоніевыхъ квасцовъ и не вошедшій въ реакцію избытокъ азотнокислаго серебра титруютъ обратно $\frac{1}{10}$ норм. растворомъ роданистой соли до появленія не исчезающей въ теченіи 10 минутъ розовой окраски.

Примѣръ. Для изслѣдованія было взято 100 куб. сант. сточной воды и прибавлено 10 куб. сант. $\frac{1}{10}$ норм. раствора серебра. На обратное титрованіе серебра пошло 4,2 куб. сант. $\frac{1}{10}$ норм. раствора роданистой щелочи. Отсюда на осажденіе хлора изъ

деновокислаго аммонія $[(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} + 4\text{H}_2\text{O}]$ въ 1 литрѣ (1 куб. сант. этого раствора осаждаетъ 0,001 грм. P_2O_5).

2) Растворъ азотнокислаго аммонія, полученный раствореніемъ 340 грм. азотнокислаго аммонія въ 1 литрѣ дистиллированной воды.

3) Магnezіальная смѣсь, полученная раствореніемъ 55 грм. хлористаго магнія и 70 грм. хлористаго аммонія въ 250 куб. сант. 10%-наго воднаго раствора амміака (у. в. 0,96 при 15° Ц.) и 750 куб. сант. дистиллированной воды. Смѣсь должна быть профильтрована послѣ стоянія въ теченіе нѣсколькихъ дней.

4) Азотная кислота уд. в. 1,153, содержащая 25% HNO_3 .

5) Растворъ 200 грм. азотнокислаго аммонія и 160 куб. сант. азотной кислоты въ 4 литрахъ дистиллированной воды для промыванія осадка.

Ходъ опредѣленія. Выпариваютъ въ платиновой чашкѣ 200 куб. сант. сточной воды до-суха, прибавляютъ азотной кислоты, 0,1 грм. азотнокислаго кали и 0,3 безводнаго углекислаго натра, снова выпариваютъ до-суха и прокалываютъ до краснаго каленія для удаленія органическихъ веществъ, соляной кислоты и для перевода кремневой кислоты въ нерастворимое состояніе. Бѣлый остатокъ сначала извлекаютъ слабой азотной кислотой, затѣмъ прибавляютъ кислоты въ избыткѣ и еще разъ выпариваютъ до-суха. Остатокъ вновь растворяютъ въ слабой азотной кислотѣ, отфильтровываютъ осадокъ кремневой кислоты, промываютъ на фильтрѣ горячей водой.

Фильтратъ (объемъ въ 50 куб. сант.), переливаютъ въ большой стаканъ (300 — 400 куб. сант.), приливаютъ азотнокислаго аммонія по расчету 30 куб. сант. на 0,1 грм. фосфорнаго ангидрида (P_2O_5) и 10 — 20 куб. сант. азотной кислоты и нагреваютъ до кипѣнія. Въ другомъ стаканѣ нагреваютъ до кипѣнія необходимое количество раствора молибденоваго аммонія (130 куб. сант.) и вливаютъ его черезъ воронку съ краномъ въ горячій растворъ фосфорной соли при постоянномъ взбалтываніи. Тотчасъ-же вся фосфорная кислота выдѣляется въ видѣ желтаго соединенія съ молибденовой кислотой указаннаго выше состава и можетъ быть количественно опредѣлена въ этомъ видѣ. Давъ осадку 10—15 минутъ осѣсть, сливаютъ жидкость черезъ фильтръ, декантируютъ 1 разъ съ 50 куб. сант. горячей промывной жидкости (5), растворяютъ осадокъ въ 10 куб. сант. 10%-наго амміака, приливаютъ въ избыткѣ магnezіальной смѣси и еще на $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{3}$ всего

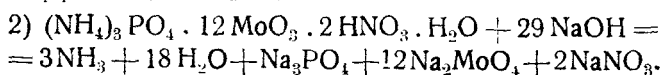
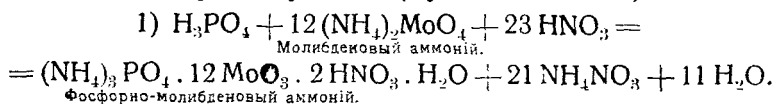
объема жидкости 10%-наго амміака. Черезъ 24 часа фосфорная кислота выпадаетъ въ видѣ двойной фосфорнокислой амміачно-магнезіальной соли (трипель-фосфата), отфильтровывается, прокаливается и взвѣшивается въ видѣ пиро-фосфорно-магнезіальной соли ($Mg_2P_2O_7$), какъ при опредѣленіи магнезіальныхъ солей (см. стр. 180). Для вычисленія, сколько въ этой соли содержится P_2O_5 , ее умножаютъ на $0,638 \left(\frac{P_2O_5}{Mg_2P_2O_7} \right)$.

Примѣръ. Въ 200 куб. сант. сточной воды было найдено 0,026 грм. $Mg_2P_2O_7$; отсюда $0,026 \times 5 \times 0,638 = 0,0829$ грм. P_2O_5 въ литрѣ.

Опредѣленіе фосфорной кислоты по способу А. Неймана.

Объемный способ Неймана значительно сокращаетъ время опредѣленія фосфорной кислоты безъ ущерба для точности.

Принципъ. Прокаленный сухой остатокъ (золу) извлекаютъ азотной кислотой и осаждаютъ молибденовымъ аммоніемъ въ видѣ желтаго фосфорно-молибденоваго аммонія. Осадокъ промываютъ до нейтральной реакціи, растворяютъ въ избыткѣ $\frac{1}{2}$ норм. ѣдкаго натра, растворъ кипятятъ до полного удаленія амміака и по охлажденіи обратно титруютъ $\frac{1}{2}$ норм. сѣрной кислотой при индикаторѣ фенолфталеинѣ. При этомъ происходятъ слѣдующія реакціи (Гундесгагенъ):



Изъ равенства 2) слѣдуетъ, что теоретически 1 молекула $P_2O_5 = 58$ молекуламъ NaHO .

Слѣдовательно ѣдкій натръ эквивалентно замѣщаетъ въ фосфорно-молибденовомъ аммоніи аммоній (NH_4), отъ чего щелочность раствора соотвѣтственно уменьшается, т. к. амміакъ удаляется изъ смѣси кипяченіемъ; 1 куб. сант. $\frac{1}{2}$ норм. ѣдкаго натра при этомъ будетъ соотвѣтствовать 1,314 мгрм. P_2O_5 , содержащагося въ фосфорно-молибденовомъ осадкѣ. Нейманъ даетъ эмпирический факторъ 1,268 мгрм. $P_2O_5 = 1$ куб. сант. $\frac{1}{2}$ норм. NaHO , при которомъ 55 молекулъ NaHO соотвѣтствуютъ 1 молекулѣ P_2O_5 .

Реактивы. 1) 50 %-ный азотнокислый аммоній.

2) Молибденовый аммоній, растворенный на холоду и профильтрованный, 10%-ный.

3) $\frac{1}{2}$ -ный норм. ѣдкій натръ.

4) $\frac{1}{2}$ -ная норм. сѣрная кислота.

4) 1%-ный спиртовой растворъ фенолфталеина.

Ходъ опредѣленія. Растворъ золы въ азотной кислотѣ разбавляютъ до 150 куб. сант. водой, прибавляютъ 50 куб. сант. раствора азотнокислаго аммонія, нагреваютъ до начала выдѣленія пузырьковъ (до 70—80° Ц.) и прибавляютъ для осажденія 40 куб. сант. молибденоваго аммонія. Образующійся осадокъ сильно взбалтываютъ стеклянной палочкой и оставляютъ въ покой на 15 мин. Вполнѣ осѣвшій зернистый желтый осадокъ промываютъ декантацией и промывныя воды фильтруютъ черезъ маленькій (10—12 сант. діаметра), складчатый фильтръ изъ плотной бумаги, который предварительно наполняется ледяной водой, чтобы уменьшить его проходимость для очень мелкихъ осадковъ; такой-же холодной водой производится декантация и окончательное промываніе осадка, задержаннаго на фильтрѣ, до тѣхъ поръ пока промывныя воды перестанутъ на лакмусовую бумажку реагировать кисло.

По окончаніи промыванія, фильтръ бросаютъ въ тотъ сосудъ, въ которомъ послѣ декантациі осталась большая часть осадка, прибавляютъ 150 куб. сант. воды и растворяютъ осадокъ, прибавляя изъ бюретки точно отмѣренный объемъ $\frac{1}{2}$ -норм. ѣдкаго натра при энергичномъ взбалтываніи и нагреваніи съ такимъ расчетомъ, чтобы смѣсь содержала избытокъ въ 5—6 куб. сант. ѣдкаго натра; кипятятъ до тѣхъ поръ, пока пары жидкости перестанутъ пахнуть амміакомъ и давать щелочную реакцію на смоченную лакмусовую бумажку; по охлажденіи жидкость титруютъ $\frac{1}{2}$ -норм. сѣрной кислоты.

Изъ общаго объема израсходованнаго $\frac{1}{2}$ норм. ѣдкаго натра вычитаютъ объемъ прибавленной $\frac{1}{2}$ -норм. сѣрной кислоты; оставшійся объемъ $\frac{1}{2}$ -норм. ѣдкаго натра умножаютъ на 1,268 и получаютъ вѣсъ ангидрида фосфорной кислоты (P_2O_5) въ миллиграммахъ.

Изслѣдованіе сточныхъ водъ на нѣкоторые ядовитые и вредные фабричныя отбросы.

Фабрики и заводы, какъ видно изъ приводимой въ приложеніи характеристики спускаемыхъ ими сточныхъ водъ, удаляютъ въ водоемы и загрязняютъ окружающую мѣстность многими ядовитыми веществами неорганическаго и органическаго происхожденія, при чемъ нѣкоторыя изъ этихъ веществъ являются характерными для этихъ производствъ.

Изъ неорганическихъ соединений прежде всего необходимо обращать вниманіе на мышьяковыя, ціанистыя, хромовыя, соли свинца, олова, мѣди и цинка, а также минеральныя кислоты; изъ органическихъ примѣсей — на фенолы и ихъ аналоги, краски, жиры, клѣтчатку и другія.

Мышьяковыя соединенія.

Мышьяковыя соединенія встрѣчаются въ сточныхъ водахъ кожевенныхъ заводовъ, фабрикъ анилиновыхъ и другихъ каменноугольныхъ красокъ, сѣрной кислоты и нѣкот. другихъ.

Для изслѣдованія берутъ 5—30 куб. сант. сточной воды и вливаютъ въ совершенно готовый приборъ Марша. Полученный налетъ—зеркало изслѣдуется обычнымъ способомъ ¹⁾.

Соединенія хрома.

Хромовыя соединенія весьма ядовиты и встрѣчаются въ сточнымъ водахъ текстильныхъ мануфактуръ, изъ ихъ красильныхъ отдѣленій, а затѣмъ кожевенныхъ (хромовая кожа) и химическихъ заводовъ. Хромовыя соли, между прочимъ, были найдены въ водѣ р. Тьмаки, протекающей черезъ г. Тверь и загрязняемой Тверской мануфактурой Морозовыхъ и послужило однимъ изъ важныхъ доказательствъ вины этой мануфактуры при разбирательствѣ въ Тверскомъ Окружномъ судѣ громкаго дѣла о загрязненіи и отравленіи водоемовъ сточными водами этой фабрики ²⁾.

Для открытія хромовыхъ солей выпариваютъ 250—1000 куб. сант. сточной воды до-суха, высушиваютъ остатокъ и осторожно прокалываютъ при температурѣ краснаго каленія, золу извлекаютъ

¹⁾ См. также Г. В. Хлопня. *Op. cit.*, Вып. III, стр. 385.

²⁾ Въ качествѣ эксперта со стороны Городск. Общ. Управленія г. Твери въ этомъ дѣлѣ принималъ участіе и авторъ.

горячей водой, подкисленной уксусной кислотой, фильтруют и въ фильтратѣ открываютъ хромовыя соли.

Результаты получаются еще болѣе доказательные, если прокаленный сухой остатокъ (золу) сплавить съ нѣсколькими граммами смѣси, состоящей изъ 1 ч. углекислой соды и 2 ч. калийной селитры и затѣмъ сплавъ растворить въ горячей водѣ, подкисленной уксусной кислотой, и профильтрованный растворъ дѣлать на порціи и испытываютъ слѣдующими реактивами:

1) прибавляютъ перекиси водорода, сѣрной кислоты и эфира. Послѣ взбалтыванія смѣси эфиръ окрасится въ красивый синій цвѣтъ отъ образованія надхромовой кислоты, если въ сточной водѣ содержатся хромовыя соединенія;

2) усреднивъ фильтратъ, прибавляютъ азотнокислаго серебра; образуется красный осадокъ хромокислаго серебра, легко растворимый въ азотной кислотѣ и амміакѣ (индикаторъ при титрованіи хлоридовъ по Морю);

3) приливаютъ раствора уксуснокислаго свинца; образуется желтый кристаллическій осадокъ хромовокислаго свинца, не растворимый въ уксусной, но растворимый въ азотной и нѣк. другихъ минеральныхъ кислотахъ

и 4) приливаютъ крѣпкой соляной или сѣрной кислоты, этилового спирта и кипятятъ; желтый цвѣтъ раствора переходитъ въ зеленый цвѣтъ вслѣдствіе возстановленія хромовой кислоты въ соединенія окиси хрома. Жидкость приобретаетъ удушливый алдегидный запахъ.

Синеродистыя соединенія.

Высоко ядовитыя соединенія синильной кислоты, т. н., ціанистыя соединенія содержатся въ отбросахъ коксовыхъ печей фабрикъ, приготовляющихъ свѣтильный газъ; ціанистыя соединенія, въ отбросахъ золотыхъ промысловъ, примѣняющихъ ціанистыя соли, гальванопластическихъ заведеній и нѣк. другихъ.

1) **Открытіе ціанистыхъ соединеній.** Открытіе солей синильной кислоты основывается на образованіи изъ нихъ синяго цвѣта соединенія — берлинской лазури, $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$, которое получается отъ взаимодействія желтой кровяной соли, содержащей группу ціана $[\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6]$, на соли окиси желѣза.

Въ сточныхъ водахъ для открытія ціанистыхъ соединеній поступаютъ слѣдующимъ образомъ: къ 50 куб. сант. сточной воды

прибавляют 1 куб. сант. 10%-наго раствора сѣрноокислаго желѣза $[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3]$ и $1\frac{1}{2}$ куб. сант. 10%-наго ѣдкаго натра; оставляютъ въ покоѣ на 5 мин. и подкисляютъ смѣсь сѣрной кислотой.

Появленіе синей окраски указываетъ на присутствіе ціанистыхъ соединений.

2) **Открытіе синильной кислоты.** Отмѣриваютъ 500 куб. сант. сточной воды, прибавляютъ 50 грм. углекислаго натра и отгоняютъ черезъ холодильникъ 100 куб. сант. въ приѣмникъ, въ который налиты 2 куб. сант. $\frac{1}{10}$ норм. азотнокислаго серебра, подкисленнаго 10 куб. сант. слабой азотной кислоты. Отъ синильной кислоты въ приѣмникѣ образуется бѣлая муть нерастворимаго ціанистаго серебра (AgCN). Отфильтровавъ осадокъ ціанистаго серебра, въ фильтратѣ можно опредѣлить невошедшее въ реакцію серебро роданистымъ калиемъ по способу Фольгардта, а вмѣстѣ съ этимъ и количество синильной кислоты, принимая во вниманіе, что 1 куб. сант. $\frac{1}{10}$ норм. раствора азотнокислаго серебра соотвѣтствуетъ 2,7005 мгрм. HCN .

Описанный способъ даетъ возможность открыть болѣе 1 миллиграмма синильной кислоты въ литрѣ сточной воды¹⁾.

Открытіе мѣди, свинца, олова и цинка описано выше (стр. 177²⁾). Систематическій ходъ изслѣдованія золы на ядовитыя и вредныя минеральныя примѣси описанъ нами при анализѣ консервовъ³⁾ и вполне примѣнимъ къ изслѣдованію прокаленныхъ сухихъ остатковъ питьевыхъ и сточныхъ водъ.

Неочищенные фенолы.

Сточные воды газовыхъ и коксовыхъ фабрикъ содержатъ въ числѣ другихъ вредныхъ для людей, животныхъ и рыбъ примѣсей вредную газовую смолу, содержащую въ своемъ составѣ неочищенные фенолы (карболовую кислоту и ея гомологи); феноль и его гомологи имѣются въ отбросахъ анилиновыхъ фабрикъ и нѣк. др.

Присутствіе феноловъ въ водоемахъ, загрязненныхъ сточными водами, открывается безъ труда на обоняніе въ перегонѣ изслѣ-

¹⁾ Подр. см. Г. В. Хлопинъ. Методы изслѣдованія пищевыхъ продуктовъ и напитковъ. Вып. III, стр. 22—25, 1917 г. и Ф. Тредвелъ. Аналитическая химія. Т. II, стр. 468, 1906 г. Одесса.

²⁾ Ibid. Вып. II, стр. 172 и слѣд. (опредѣленіе цинка, мѣди свинца электролизомъ и мышьяка).

³⁾ Ibid. Вып. II, стр. 172 и слѣд., 1915 г.

дуемой воды съ водянымъ паромъ¹⁾. Затѣмъ прибавляютъ къ одной порціи перегона бромной воды, которая даетъ съ фенолами желтый осадокъ трибромфенола—соединеніе, служащее для количественнаго опредѣленія феноловъ по способу Копеншауера²⁾.

Другую порцію перегона усредняютъ и къ ней прибавляютъ хлорнаго желѣза. Въ присутствіи феноловъ получается синяя окраска.

Жиры или эфирный экстрактъ.

1) **Опредѣленіе общаго количества жировъ.** Подкисляютъ для разложенія мыль фосфорной кислотой и выпариваютъ на водяной банѣ 3—5 литровъ сточной жидкости, остатокъ высушиваютъ при 100° Ц. въ теченіе 1—2 часовъ и въ бумажной гильзѣ въ приборѣ Сохслета извлекаютъ обыкновеннымъ или петролевымъ эфиромъ (т. кип. 50° Ц.) въ теченіе 3—4 часовъ³⁾. Эфиръ отгоняютъ на водяной банѣ, остатокъ высушиваютъ при 100° и взвѣшиваютъ вмѣстѣ съ колбой, вѣсъ которой затѣмъ вычитаютъ.

Полученный вѣсъ „эфирнаго экстракта“ (жиръ) рассчитываютъ на 1000 куб. сант. воды, а въ илѣ—на 100 грм. ила.

При описанныхъ условіяхъ переходятъ въ эфиръ: нейтральные жиры, свободныя и несвободныя жирныя кислоты (мыла).

2) **Опредѣленіе нейтральныхъ жировъ и свободныхъ жирныхъ кислотъ.** Поступаютъ по предыдущему, но не прибавляютъ фосфорной кислоты.

3) **Опредѣленіе мыла.** Обработанное по п. 2 эфиромъ вещество изъ гильзы пересыпается въ фарфоровую чашку, разбалтывается съ водой, подкисляется фосфорной кислотой, выпаривается на водяной банѣ, высушивается въ шкафу при 100° и вновь обрабатывается эфиромъ въ приборѣ Сохслета. При этомъ вытягиваемыя изъ мыла жирныя кислоты переходятъ въ эфирную вытяжку и по отогнаніи эфира и высушиваніи взвѣшиваются. Привѣсъ соотвѣтствуетъ связаннымъ жирнымъ кислотамъ.

1) См. Г. В. Хлопинъ. Методы изслѣдованія пищевыхъ продуктовъ и пр. Вып. II, стр. 64 и Вып. III, стр. 148 (приборы).

2) Опис. см. Ф. К. Рогенгагена. Мыла и ихъ дезинфицирующія свойства. Дисс., 1900 г. Ю. Напеч. въ Сб. раб. Гигіен. лабор. И. Юрьевского Университета. Вып. II, 1902 г.

3) Г. Хлопинъ. *Op. cit.*, Вып. I, стр. 23.

Изъ вѣса эфирнаго экстракта рекомендуется вычесть вѣсъ содержащейся въ немъ золы.

Клѣтчатка.

Клѣтчатка представляетъ характерную составную часть сточныхъ водъ целлюлезныхъ и писчебумажныхъ фабрикъ, загрязняющихъ общественные водоемы и дѣлающихъ ихъ непригодными не только для питья, но и для всякихъ другихъ надобностей. Обыкновенно клѣтчатка на днѣ и берегахъ приходитъ въ энергичное броженіе, которое поглощаетъ растворенный въ водѣ кислородъ, и иногда этимъ на цѣло убиваетъ рыбу.

Для опредѣленія клѣтчатки отмѣриваютъ въ фарфоровую чашку 250—500 куб. сант. сточной воды, прибавляютъ раствора ѣдкаго натра съ такимъ расчетомъ, чтобы получился $\frac{1}{2}\%$ -ный растворъ, и кипятятъ 30 мин., доливая выпарившуюся воду. Фильтруютъ черезъ уплотненный фильтръ, отмываютъ отъ щелочи; переводятъ осадокъ съ фильтра въ фарфоровую чашку, вливаютъ 250 куб. сант. $\frac{1}{2}\%$ -ной сѣрной кислоты и вновь кипятятъ $\frac{1}{2}$ часа, фильтруютъ, остатокъ промываютъ водой, спиртомъ, обрабатываютъ эфиромъ вмѣстѣ съ фильтромъ въ приборѣ Сокслета $\frac{1}{2}$ —1 часъ. Наконецъ, осадокъ переводятъ въ взвѣшенный тигель, сушатъ при 110° Ц. и взвѣшиваютъ. Такимъ образомъ получаютъ содержаніе клѣтчатки вмѣстѣ съ золой. Прокаливъ тигель и взвѣсивъ его, затѣмъ находятъ вѣсъ золы, который вычитаютъ изъ вѣса клѣтчатки.

Способъ неточный, представляетъ собой подражаніе т. н. Вендеровскому способу опредѣленія клѣтчатки въ пищевыхъ продуктахъ ¹⁾.

Указанія для опредѣленія кислорода и другихъ растворенныхъ въ сточной водѣ газовъ.

Способъ Винклера опредѣленія кислорода въ сточныхъ водахъ даетъ даже и съ поправкой на нитриты не точные результаты, такъ какъ въ этихъ водахъ содержатся вещества поглощающія іодъ и выдѣляющія іодъ (азотистая кислота и друг. соединения).

Совершенно непримѣнны также другіе простые способы

¹⁾ Г. В. Хаонинъ. Ор. cit. Вып. II, стр. 136.

опредѣленія кислорода въ самой сточной жидкости (Мора, Шютценбергера и Рислера, Рамзая и Иды Гумфри и друг.).

Удовлетворительные результаты опредѣленія раствореннаго кислорода получаютъ съ помощью видоизмѣненія способа Винклера, предложеннаго Ридеалемъ и Стюартомъ (см. стр. 195).

Этимъ-же способомъ можно опредѣлять убыль кислорода при стояніи сточной воды при $18,3^{\circ}$ Ц. въ теченіе 5 дней, или, согласно предписанію Англійской Королевской Коммиссіи, въ особомъ приборѣ (рис. 64).

Хорошіе результаты при опредѣленіи газовъ, растворенныхъ въ сточной жидкости, можно получить только послѣ выкачиванія газовъ въ пустоту и изслѣдованія ихъ по правиламъ газометрическаго анализа: по способамъ Бунзена, Винклера и Гемпеля и друг. ¹⁾.

Собираніе газовъ, образующихся въ септических бассейнахъ. Для собиранія газовъ изъ содержимаго гнилостныхъ бассейновъ (септиковъ) можетъ служить слѣдующее простое приспособленіе (рис. 62).

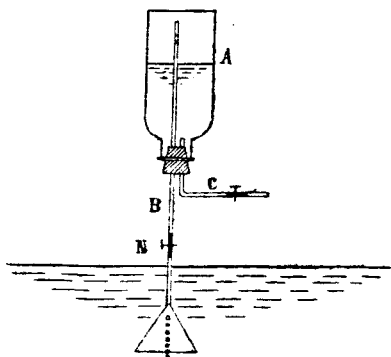


Рис. 62. Приборъ для собиранія газовъ изъ сточныхъ водъ.

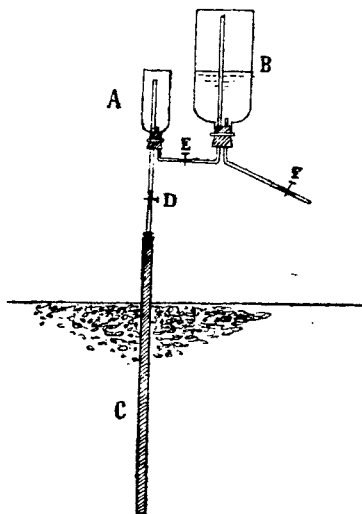


Рис. 63. Приборъ для собиранія газовъ изъ окислительныхъ фильтровъ.

¹⁾ Литературу см. Хлопинъ, Г. В. Къ методикѣ опредѣленія раствореннаго въ водѣ кислорода. Москва, 1896 г. и подробности въ руководствахъ по химіи, напр., Тредвелъ, Ф. П. Краткій учебникъ аналитической химіи (2 т. 1906 г. Одесса).

Обыкновенная бутылъ (А), заткнутая каучуковой пробкой съ двумя отверстіями, черезъ которыя проходятъ: В—длинная прямая трубка, почти доходящая до дна бутылки, имѣющая на нижнемъ концѣ воронку и изогнутую короткую трубку С, которая оканчивается подѣ пробкой и снабжена на наружномъ концѣ каучуковой пробкой съ зажимомъ; такой-же зажимъ наложенъ на каучукъ, соединяющій длинную трубку съ воронкой. Здѣсь должны быть зажимы съ винтомъ (стр. 51, рис. 26, б).

Передъ употребленіемъ приборъ, трубка и воронка наполняются водой; затѣмъ онъ перевертывается, и укрѣпляется такимъ образомъ, чтобы только одна воронка была погружена въ жидкость септика. Выпуская изъ бутылки воду черезъ изогнутую трубку С, образуютъ въ ней отрицательное давленіе, вслѣдствіе котораго, при открытомъ второмъ кранѣ N, пузырьки газовъ, образующихся подѣ воронкой всасываются въ бутылъ.

Когда почти вся бутылъ наполнится газами, закрываютъ зажимы, убираютъ воронку и перевозятъ приборъ въ лабораторію.

Собираніе газовъ изъ біологическихъ фильтровъ. Для взятія пробъ газовъ, образующихся въ тѣлѣ фильтровъ, вставляютъ трубку С съ внутреннимъ діаметромъ въ $\frac{1}{2}$ сант., заткнувъ вставляемый конецъ пробкой, которую выталкиваютъ желѣзнымъ стержнемъ въ тотъ моментъ, когда трубка дойдетъ до надлежащей глубины.

Наружный конецъ этой трубки при помощи каучуковой трубки соединяется съ приборомъ, похожимъ на предыдущій, но состоящимъ изъ двухъ бутылей: А—для собиранія газовъ и В—для насасыванія газовъ въ бутылъ А (рис. 63).

Передъ опредѣленіемъ обѣ бутылки и трубки наливаются водой, зажимы закрываются и въ опрокинутомъ положеніи бутылъ А соединяется съ трубкой С.

Открывая сначала зажимъ F, а затѣмъ зажимы E и D, насасываютъ газы въ бутылъ А. Кранъ F закрываютъ нѣсколько раньше, чѣмъ изъ бутылки В вытечетъ вся вода, а за нимъ закрываютъ другіе 2 крана и привозятъ въ лабораторію для анализа, который производится б. ч. по способу Винклера-Гемпеля.

Бутылки съ газами въ лабораторіи ставятся горлами вверхъ и газъ изъ нихъ насасывается въ бюретки Винклера, въ нихъ измѣряется, затѣмъ вытѣсняется въ поглотительныя пипетки Гемпеля и послѣ поглощенія для измѣренія оставшихся послѣ

поглощенія составныхъ частей газовой смѣси переводятся обратно въ бюретку Винклера.

Такимъ приемомъ опредѣляютъ: углекислоту—поглощеніемъ ѣдкимъ натромъ; кислородъ—желтымъ фосфоромъ или щелочнымъ растворомъ пирогаллола; окись углерода (СО)—растворомъ хлористой мѣди въ амміакѣ или, что лучше, въ соляной кислотѣ; водородъ опредѣляется по уменьшенію объема газовой смѣси послѣ прохожденія ея черезъ трубку съ раскаленной окисью мѣди, причемъ онъ окисляется въ воду; метанъ (CH_4)—сжиганіемъ съ раскаленной окисью мѣди, какъ и водородъ, при чемъ метанъ превращается въ углекислоту и т. д.; азотъ—всегда опредѣляется изъ разницы, послѣ удаленія всѣхъ реагирующихъ составныхъ частей газовой смѣси.

Всѣ опредѣленія газовъ ведутся съ самымъ точнымъ соблюденіемъ предосторожностей, указанныхъ въ руководствахъ по газовому анализу ¹⁾).

Опредѣленіе степени загрязненія водъ по уменьшенію раствореннаго въ водѣ кислорода.

Послѣ длительныхъ изысканій наилучшихъ способовъ для измѣренія степени чистоты сточныхъ и другихъ водъ, Англійская Королевская Коммиссія въ 1912 г. предложила, какъ наиболѣе надежный — измѣреніе количествъ кислорода, поглощаемого водой при храненіи ея въ теченіи извѣстнаго срока, т. е. возвратилась къ приему, который былъ предложенъ Леви еще въ 1885 г. и позднѣе Шпиттой въ 1900 г. (см. стр. 197). Вмѣстѣ съ этимъ Коммиссія признала малую надежность 'другихъ вышеописанныхъ англійскихъ пробъ и т. о. подтвердила выводы, къ которымъ пришли и мы на основаніи теоретическихъ соображеній и изслѣдованій д-ра М. Я. Пичахчи.

По мнѣнію Англійской Коммиссіи, рѣчная вода не показываетъ еще явныхъ признаковъ загрязненія, если въ теченіе 5 сутокъ при 18,3° Ц. уменьшеніе раствореннаго въ ней кислорода не превышаетъ 4 миллиграммовъ въ литрѣ (ср. стр. 232).

Въ водахъ болѣе или менѣ чистыхъ уменьшеніе кислорода

¹⁾ D-r Clemens Winkler. Lehrbuch der technischen Gasanalyse. 1901 г. 3 изд. Лейпцигъ.

при указанныхъ условіяхъ можетъ быть опредѣлено по способу Винклера (стр. 187), а въ водахъ загрязненныхъ и сточныхъ по видоизмѣненію способа Винклера, предложенному Стюартомъ и Ридеалемъ и описанному нами выше (стр. 195).

Коммиссія для той-же цѣли предложила слѣдующій приборъ ¹⁾.

Приборъ для наблюденія за степенью поглощенія кислорода загрязненными водами. Приборъ (рис. 64) состоитъ изъ двухъ неглубокихъ бутылей А и В одинаковой емкости, снабженныхъ корковыми пробками, пропитанными парафиномъ. Черезъ

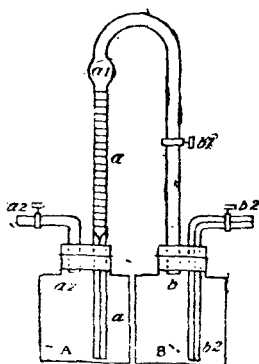


Рис. 64. Англійскій приборъ для измѣренія скорости и силы поглощенія кислорода загрязненными водами.

пробку бутылки А до ея дна проходитъ капиллярная стеклянная трубка, которая надъ пробкой переходитъ въ болѣе широкую градуированную, снабженную небольшимъ шарикомъ a_1 и дугообразно изогнутую книзу такъ, чтобы ея конецъ прошелъ сквозь пробку бутылки В въ в. Она снабжена стекляннымъ краномъ, b_1 , надъ пробкой бутылки в. Посредствомъ трубки aa и крана бутылки могутъ быть разобщены или соединены другъ съ другомъ. Кромѣ того сквозь пробку бутылки А проходитъ короткая трубка съ краномъ a_2 , а сквозь пробку бутылки В пропущена до дна капиллярная трубка, также снабженная краномъ b_2 .

При пользованіи приборомъ въ бутылъ В наливается извѣстный объемъ загрязненной воды, къ которой предварительно было прибавлено немного гидрата окиси магнія, чтобы связать углекислоту, которая можетъ образоваться; равный объемъ дистиллированной воды наливается въ бутылъ А. Такъ какъ емкость бутылей одинакова, то и количество оставшагося воздуха одинаково. Какъ загрязненную, такъ и дистиллированную воду предварительно нужно продержать нѣкоторое время въ лабораторіи, чтобы онѣ имѣли одинаковую температуру. Кранъ b_1 вынимается изъ своей муфты, a_2 закрывается, а b_2 открывается. Затѣмъ бутылки закупориваются, каждая своей пробкой, и весь аппаратъ отставляется на нѣсколько минутъ въ сторону, чтобы быть увѣрен-

¹⁾ Scientific Proceeding of the Royal Dubbin Society, Vol. XI, 1908 и Appendix p. 438.

нымъ, что содержимое его имѣетъ температуру лабораторіи. Температура отмѣчается такъ-же, какъ и барометрическое давленіе. Кранъ a_1 закрывается во время закупориванія бутылей для того, чтобы вода поднялась по градуированной трубкѣ выше ея нулевого дѣленія. Этотъ кранъ теперь осторожно открывается, пока вода не спустится до нулевого дѣленія, и затѣмъ вновь закрывается; кранъ b_2 такъ же закрывается, а b_1 вставляется на мѣсто.

Въ В давленіе равно атмосферному, а въ А больше атмосфернаго на столбикъ воды въ капиллярѣ а, безъ высоты, на которую вода поднимается благодаря волосности. Если вода очень загрязнена, то аппаратъ помѣщается въ автоматическій взбалтыватель, чтобы содержимое обѣихъ бутылей находилось въ постоянномъ движеніи; если-же загрязненіе незначительно, то это излишне; вполне достаточно изрѣдка взбалтывать обѣ бутылки. Аппаратъ долженъ стоять при температурѣ отъ 15° до 18° Ц.

Принципъ, на которомъ основано дѣйствіе аппарата, состоитъ въ томъ, что составъ воздуха въ бутылки А практически не измѣняется во время опыта, и поэтому бутылка А дѣйствуетъ, какъ резервуаръ съ сжатымъ воздухомъ. При поглощеніи кислорода воздуха, давленіе въ бутылки А падаетъ прямо пропорціонально уменьшенію количества кислорода¹⁾, такъ какъ при этомъ не происходитъ выдѣленія углекислоты, которая была предварительно связана прибавленіемъ гидрата окиси магнія. Поэтому, если открыть кранъ b_1 , вода будетъ подниматься надъ нулевымъ дѣленіемъ скалы въ трубкѣ аа пропорціонально паденію давленія въ В'. Объемъ воды, поднявшейся въ градуированной части трубки аа, за данный промежутокъ времени и ея высота надъ нулевымъ дѣленіемъ ея даютъ возможность вычислить объемъ кислорода, поглощенный за время опыта въ бутылки В загрязненной водой.

Обозначивъ черезъ: —

v' — объемъ кислорода, поглощенный въ В при первоначальной температурѣ и давленіи,

V — объемъ воздуха въ А или В въ началѣ,

1) Если изслѣдуется сырая сточная вода, то она должна быть разбавлена передъ наливаніемъ въ сосудъ В въ пять или десять разъ водопроводной водой; такое разбавленіе препятствуетъ сколько-нибудь замѣтному выдѣленію азота въ воздухъ, заключенный въ В; это могло-бы случиться, если-бы сточная вода изслѣдовалась въ неразбавленномъ видѣ, т. к. сырая сточная воды обыкновенно бываютъ пересыщены свободнымъ азотомъ.

v — объемъ воды, которая поднялась надъ нулевымъ дѣленіемъ трубки aa ,

p' — высоту воды въ капиллярной трубкѣ a надъ уровнемъ, до которой она поднимается въ ней благодаря волосности,

p'' — высоту воды въ градуированной трубкѣ надъ нулевымъ дѣленіемъ скалы,

p — сумму $p' + p''$,

P — давленіе воздуха въ B въ началѣ по водяному барометру.

Давленіе въ A въ началѣ равно $P + p'$.

$$\text{Тогда } v' = 2v + \frac{p}{P} V - \frac{p'}{P} (V - v).$$

Такъ какъ v мало по сравненію съ V , то имъ можно пренебречь въ случаяхъ, гдѣ не нужна исключительная точность.

Тогда уравненіе приметъ такой видъ: $v' = 2v + \frac{p''}{P} V$.

Изъ этого послѣдняго уравненія ясно, почему при началѣ опыта уровень воды устанавливается на нулевомъ дѣленіи скалы. Если бы этого не было сдѣлано, то значительное поглощеніе кислорода въ бутылѣ B имѣло-бы мѣсто прежде, чѣмъ вода дойдетъ до градуированной части трубки aa . Здѣсь необходимо отмѣтить неудобство градуировать трубку внутри бутылѣ изъ-за трудности отсчета.

Что-же касается до размѣровъ прибора, то они должны быть различны, въ зависимости отъ того, для какой цѣли приборъ предназначается. Причемъ приборъ можетъ предназначаться: 1) для контроля за степенью загрязненія водоемовъ (waterway), въ интересахъ охраны общественнаго здоровья или жизни рыбъ, 2) для опредѣленія качества воды, очищенной на біологическихъ фильтрахъ контактныхъ и капельныхъ; 3) для опредѣленія концентрации неочищенной сточной воды, напр. жидкости отстойныхъ бассейновъ.

Аппаратъ, показывающій уже незначительные объемы поглощенного кислорода, какъ это необходимо для пункта 1), и въ то же время вмѣщающій въ себѣ объемъ воды, достаточный для послѣдующаго химическаго анализа, ели таковой нужно произвести, долженъ имѣть слѣдующіе размѣры: A и B должны обладать емкостью по 1200 куб. сант., что позволяетъ брать для изслѣдованія 1000 куб. сант. загрязненной воды, причемъ въ бутылкахъ остается 200 куб. сант. воздуха. Капиллярная часть трубки aa должна быть возможно короткой во всѣхъ разновидностяхъ прибора. Бутылѣ дол-

жны быть по возможности неглубоки. Градуированная часть трубки должна имѣть емкость въ 3 куб. сант., причемъ дѣленія должны позволять производить отсчетъ съ точностью до $\frac{1}{20}$ куб. сант. При такихъ условіяхъ трубка имѣетъ 112 мм. въ длину и 5,5 мм. въ діаметръ. Емкость шарика a_1 должна равняться приблизительно 1 куб. сант.

Убыль количества кислорода, которую можно наблюдать съ помощью прибора такой величины, немного превышаетъ 10 куб. сант. на литръ воды, если не пополняется поглощенный кислородъ свѣжимъ, какъ это будетъ указано ниже.

Размѣры аппарата, необходимаго для цѣлей, указанныхъ въ пунктѣ 2), должны быть слѣдующіе: А и В должны имѣть емкость въ 1500 куб.сант.,изъ которой 1000 куб.сант. придутся на воду и 500 на воздухъ. Градуированная трубка должна вмѣщать въ себѣ 5 куб. сант. и позволять дѣлать отсчетъ съ точностью до $\frac{1}{20}$ куб. сант. Такая трубка имѣетъ 186 мм. въ длину и 5,5 мм. въ діаметръ. Объемъ шарика a_1 долженъ быть 5 куб. сант.

Для цѣлей, указанныхъ въ пунктѣ 3), А и В должны имѣть емкость въ 1500 куб. сант. Градуированная трубка должна позволять дѣлать отсчетъ до $\frac{1}{20}$ куб. сант. при емкости въ 10 куб. сант. Такая трубка имѣетъ около 225 мм. въ длину и 7 мм. въ діаметръ. Шарикъ a_1 долженъ имѣть емкость въ 10 куб. сант.

Максимальный объемъ кислорода, поглощеннаго въ В, который можетъ быть опредѣленъ съ помощью прибора послѣдняго размѣра, немного превышаетъ 50 куб. сант. Этотъ объемъ равенъ половинѣ всего количества кислорода, заключеннаго въ В; такое количество и должно было-бы быть принято за максимумъ убыли кислорода въ воздухѣ, заключенномъ въ В. Если изслѣдуется неочищенная сточная вода, то нужно ее предварительно разбавить въ пять или десять разъ водопроводной водой или прибавить свѣжаго кислорода въ В, что можетъ быть сдѣлано слѣдующимъ образомъ. Запасъ кислорода сохраняется въ азотометрѣ Лунге надъ насыщеннымъ растворомъ поваренной соли. Послѣ отсчета объема воды, поднявшейся по градуированной трубкѣ, азотометръ соединяютъ съ капиллярной трубкой, снабженной краномъ b_2 , и повышаютъ въ немъ давленіе немного болѣе атмосфернаго, поднимая соединенную съ нимъ трубку, наполненную растворомъ соли. Прежде всего открываютъ кранъ b у бутылки В и кранъ азометра, а затѣмъ осторожно открываютъ кранъ b_2 и даютъ кислороду входить въ В, пока вода въ градуированной трубкѣ не опустится

до нуля. Тогда кранъ b_2 закрываютъ. Если операція произведена правильно, то воздухъ, заключенный въ В, имѣетъ теперь опять свой первоначальный составъ, а объемъ кислорода, перешедшаго изъ азотометра, равенъ объему кислорода, поглощенного загрязненной водой въ В.

Такимъ образомъ кислородъ въ бутылки В можетъ быть отъ времени до времени возобновленъ, и поглотительная способность наиболѣе загрязненныхъ сточныхъ водъ можетъ быть прослѣжена до тѣхъ поръ, пока онѣ сами собой не очистятся при доступѣ воздуха.

Приведенные выше размѣры прибора рассчитаны на объемы воды, достаточные для послѣдующаго химическаго анализа, если таковой требуется. Если-же онъ не нуженъ, какъ это бываетъ во многихъ случаяхъ, то размѣры прибора могутъ быть уменьшены до $\frac{1}{10}$ противъ указанныхъ выше. А и В будутъ въ такомъ случаѣ имѣть емкость отъ 120 до 150 куб. см. каждая; градуированная трубка будетъ имѣть дѣленія до $\frac{1}{100}$ куб. сант. и емкость въ 0,3 куб. сант. при длинѣ около 50 сант. и 2 мм. въ діаметрѣ. Шарикъ a_1 долженъ вмѣщать 1 или 2 куб. сант., смотря по тому, приноровленъ-ли приборъ для цѣлей, указанныхъ въ 1) или 2) пунктахъ.

Опыты показали, что гидратъ окиси магнія, добавленіе котораго къ загрязненной водѣ необходимо для связыванія свободной углекислоты, не вліяетъ на броженіе сточныхъ веществъ. Равнымъ образомъ онъ не дѣйствуетъ на органическія вещества сточныхъ водъ. Напротивъ, онъ уменьшаетъ замѣтно количество аммонійныхъ солей. Это однако не уменьшаетъ цѣнности метода, т. к. истинное количество аммонійныхъ солей можетъ быть въ сточной водѣ опредѣлено передъ прибавленіемъ гидрата окиси магнія, и весь объемъ кислорода, который необходимъ для переведенія ихъ въ азотнокислыя соли, можетъ быть опредѣленъ вычисленіемъ по способу, уже описанному.

Нужно отмѣтить, что гидратъ окиси кальція, даже въ малыхъ количествахъ, не можетъ замѣнить гидрата окиси магнія, т. к. онъ задерживаетъ броженіе сточныхъ веществъ.

Опыты А н г л. Коммиссіи съ этимъ аппаратомъ показали, что онъ можетъ давать точные и чрезвычайно важные результаты при минимальной затратѣ времени и труда.

V. Изслѣдованіе ила и осадковъ.

При рѣшеніи вопросовъ о загрязненіи водоемовъ не всегда достаточно произвести только изслѣдованіе воды, но въ нѣкоторыхъ случаяхъ необходимо брать пробы ила со дна водоема и подвергнуть ихъ анализу.

Точно также и при изслѣдованіи сточныхъ водъ и приспособленій для ихъ очистки встрѣчается надобность въ изслѣдованіи осадковъ, ила и грязи, скопляющихся въ трубахъ, колодцахъ, отстойникахъ и другихъ сооруженіяхъ.

Для взятія ила со дна водоемовъ примѣняются нѣсколько приборовъ.

Чаще другихъ употребляется для этой цѣли „храпъ“ состоящій изъ двухъ полыхъ мѣдныхъ полушарій (3—4 вершка въ діаметрѣ); приборъ опускается на веревкѣ.

Передъ опусканіемъ „храпа“ полушарія съ одного края полуоткрываются и съ силой захлопываются въ моментъ удара прибора о дно. Количество ила, доставаемое „храпомъ“, весьма невелико, но можетъ быть получено съ большихъ глубинъ.

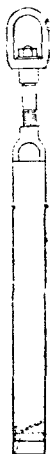


Рис. 65.
Желонка.

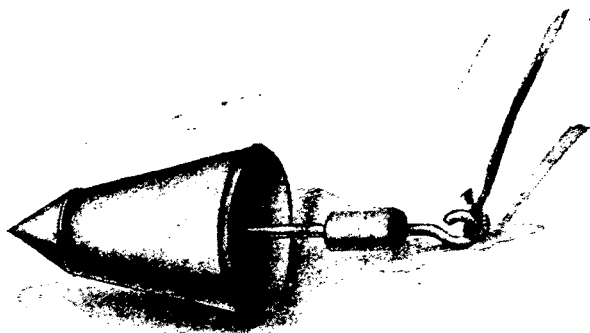


Рис. 66. Ведро Надсона для добыванія ила со дна водоемовъ.

Для той-же цѣли примѣняется „желонка“ (рис. 65), желѣзная трубка съ заостренными нижними краями, снабженная клапаномъ; на желонку навинчиваются металлическія (газовые) трубы желаемой длины, съ помощью которыхъ она вбивается въ дно вер-

икально и затѣмъ вынимается. Вошедшая въ желонку почва удерживается въ ней клапаномъ. Приборъ примѣнимъ только на небольшихъ глубинахъ.

При мягкомъ днѣ для добыванія поверхностнаго слоя ила можетъ служить приборъ Надсона, назначенный для біологическихъ изслѣдованій дна, который состоитъ изъ металлическаго ведра конической формы (рис. 66) и илосось Перфильева (см. ниже біолог. анализъ).

При санитарныхъ изслѣдованіяхъ воды и ила въ Невской губѣ (1911/2 г.) приборъ Надсона оказался наиболѣе удобнымъ. „Храпъ“ и „желонка“ часто вынимались пустыми, такъ какъ крупный песокъ и др. предметы препятствовали имъ плотно закрываться.

Болѣе сложные приборы предложены для той-же цѣли Дунбаромъ.

Способы изслѣдованія ила.

Иль и осадки изслѣдуются по правиламъ анализа почвъ. Результаты анализа выражаются въ ‰ вещества, высушеннаго при 110° Ц. При этомъ нѣкоторыя составныя части почвы опредѣляются въ воздушно-сухомъ веществѣ, другія—въ водной вытяжкѣ почвы.

Небольшая навѣска въ 3—6 грм. ила или осадка для опредѣленія воды въ первоначальной почвѣ высушивается при 110° Ц.; остальное вещество высушивается при комнатной температурѣ до постояннаго вѣса, просѣивается черезъ сито Кнопа съ діаметромъ отверстій въ 2 миллиметра и въ этомъ воздушно-сухомъ веществѣ производятся слѣдующія опредѣленія.

Гигроскопическая вода. Навѣска въ 3—10 грм. высушивается при 110° Ц. до постояннаго вѣса въ бюксѣ со стеклянной пробкой.

Потеря при прокаливаніи. Высушенная при 110° Ц. навѣска почвы прокаливается въ плоской платиновой чашкѣ, смачивается углекислымъ аммоніемъ, и вновь прокаливается на простой бунзеновской горѣлкѣ до постояннаго вѣса.

Фосфорная кислота. Опредѣляется или въ прокаленномъ остаткѣ почвы или, если навѣска мала, берутъ особую навѣску не менѣе 25 грм. воздушно-сухого вещества, и прокаливаютъ въ плоской платиновой чашкѣ на простой горѣлкѣ Бунзена; охладивъ вливаютъ 50 куб. сант. крѣпкой HNO_3 и выпариваютъ до суха

на водяной банѣ. Затѣмъ растворяютъ въ слабой HNO_3 (20 ч. кислоты + 30 воды), фильтруютъ, промываютъ на фильтрѣ той-же кислотой и фильтратъ осаждаютъ молибденовой жидкостью. Дальнѣйшее см. Опредѣленіе фосфорной кислоты въ сточной водѣ (стр. 184 и 186).

Амміакъ. 30—50 грм., воздушно-сухого вещества въ колбѣ, соединенной съ холодильникомъ Либиха, обливаютъ 250 куб. сант. прокипяченной дистиллированной воды, прибавляютъ 2—5 грм. прокаленной магнезии (MgO) и перегоняютъ въ $\frac{1}{10}$ норм. H_2SO_4 , прибавивъ къ ней предварительно индикатора (лакмуса, розоловой кислоты).

Общее количество азота. (Орган. $\text{N} + \text{N}_2\text{O}_5 + \text{N}_2\text{O}_3 + \text{NH}_3$). 1—5 грм. почвы + 15 грм. смѣси Кулиша (100 грм. P_2O_5 въ 1000 куб. сант. H_2SO_4) + 10 куб. сант. феноло-сѣрной кислоты (40 грм. фенола на 1000 куб. сант. H_2SO_4 66° Бо ме) даютъ стоять $\frac{1}{2}$ часа въ длиннгорлой колбѣ Кьельдаля и нагреваютъ до обезцвѣчиванія, прибавивъ или 1 грм. металлической Hg ., или CuSO_4 (см. Способъ Иодлабауэра-Кьельдаля стр. 140).

При перегонѣ прибавляютъ стружекъ парафина, порошокъ азбеста, талька или кусочки пемзы (стр. 138).

Опредѣленіе органическаго углерода въ почвѣ по проф. Густавсону.

Принципъ. Воздушно-сухую почву (иль) прокаливаютъ съ окисью мѣди въ трубкѣ для органическаго анализа на пламени обыкновенныхъ газовыхъ горѣлокъ и такимъ образомъ превращаютъ органическія вещества почвы (гумусъ) въ углекислоту, которую поглощаютъ ѣдкою щелочью и взвѣшиваютъ¹⁾.

Приборъ. Почву сжигаютъ въ тугоплавкой трубкѣ длиной въ 50 сант. и діаметромъ въ 1,5—2 сант., оттянутой съ одного конца въ изогнутый въ видѣ штыка тонкій отростокъ (рис. 67) Этотъ отростокъ соединяется съ шарикомъ с, съ калиаппаратомъ d, наполненнымъ крѣпкой сѣрной кислотой и съ двумя У-образными трубками e, наполненными на $\frac{3}{4}$ натристой известью и на $\frac{1}{4}$ (сверху) хлористымъ кальціемъ, для предохраненія отъ влаги воздуха; вторая У-образная трубка соединяется съ небольшою башней g, наполненной хлористымъ кальціемъ и съ водянымъ

¹⁾ Проф. Густавсонъ. Двадцать лекцій по агрономической химіи. М.

насосомъ—бутылку *m*. Противоположный конецъ трубки соединенъ съ дрекселевской стеклянкой *i*, съ крѣпкимъ растворомъ ѣдкаго кали, черезъ который во все время сожиганія пропускаютъ въ трубку изъ газометра кислородъ или воздухъ. Въ половину трубки *b*, прилегающую къ оттянутому концу, между двумя пробками изъ сѣтки красной мѣди насыпаютъ слой зерненой мѣди длиной въ 10 сант. и осторожно прокалываютъ трубку, пропуская черезъ нее токъ кислорода, чтобы окислить

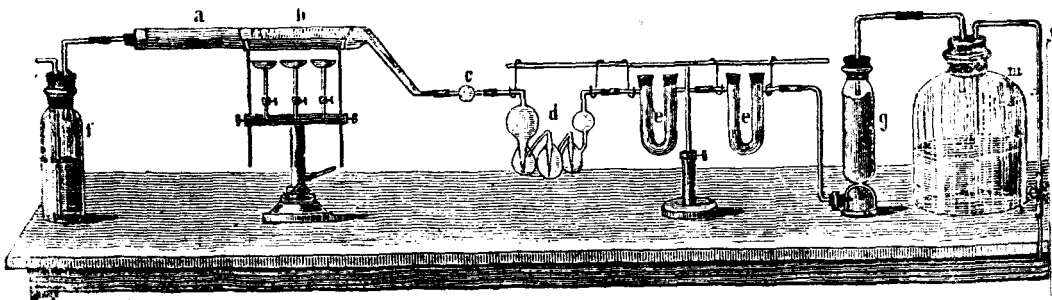


Рис. 67. Приборъ Густавсона.

всю мѣдь и сжечь случайно попавшія въ трубку органическія вещества. По охлажденіи соединяютъ трубку съ двумя, предварительно взвѣшенными трубками съ натристой известью, какъ показано на рисунокѣ (e).

Ходъ опредѣленія. Отвѣшиваютъ 0,2—5 грм. воздушно-сухой почвы въ платиновую лодочку, вдвигаютъ ее въ свободный отъ окиси мѣди конецъ трубки *a* и затыкаютъ послѣдній каучуковой пробкой, въ которую вставлена стеклянная трубка, соединенная съ дрекселевской стеклянкой и съ газометромъ. Затѣмъ, пропуская все время черезъ приборъ токъ кислорода, приступаютъ къ сожиганію: сначала медленно накаливаютъ слой мѣди, затѣмъ другой горѣлкой очень осторожно нагреваютъ то мѣсто трубки, гдѣ находится почва, и, передвигая пламя взадъ и впередъ, постепенно усиливаютъ его и сжигаютъ полностью органическія вещества почвы въ лодочкѣ и налеты продуктовъ неполнаго сгорания на стѣнкахъ трубки. Когда органическія вещества на-цѣло сгорѣли, на что при сожиганіи въ струѣ кислорода требуется не менѣе 1 часа, а въ струѣ воздуха $1\frac{1}{2}$ —2 часа, пламя горѣлокъ постепенно уменьшаютъ и вмѣсто кислорода въ теченіе 20—25 минутъ пропускаютъ токъ воздуха,

освобожденнаго отъ углекислоты, просасываніемъ черезъ дрекселевскій сосудъ f. Наконецъ, взвѣшиваютъ обѣ трубки съ натристой известью и по привѣсу ихъ узнаютъ количество углекислоты, образовавшейся изъ органическихъ веществъ, содержащихся во взятой для анализа навѣскѣ почвы (ила).

Необходимо сжиганіе производить такъ медленно и полно, чтобы сѣрная кислота въ калиаппаратѣ осталась безцвѣтной; если-же она пріобрѣтаетъ желтобурую окраску, анализъ слѣдуетъ считать испорченнымъ и его повторяютъ.

Расчетъ. Результаты взвѣшиванія углекислоты С пересчитываютъ на 100 грм. воздушно-сухой почвы. Если почва была богата минеральной углекислотой, то вѣсъ послѣдней В необходимо изъ вѣса углекислоты, полученной при сжиганіи почвы С, вычесть, а вѣсъ углекислоты, содержащейся въ золѣ, сожженной навѣски почвы А, наоборотъ, прибавить. Найденный такимъ образомъ вѣсъ углекислоты умножаютъ на 0,471, чтобы выразить результаты анализа въ гумусѣ.

Опредѣленіе органическаго углерода по Деннштедту.

Деннштедтъ упростилъ и ускорилъ опредѣленіе органическаго углерода съ помощью обычнаго элементарнаго анализа и этимъ сдѣлалъ послѣдній примѣнимымъ и для санитарныхъ цѣлей. Сжиганіе имъ производится въ печкѣ для элементарнаго анализа въ струѣ чистаго кислорода; ускореніе сжиганія достигается тѣмъ, что въ трубку за изслѣдуемымъ веществомъ помѣщается звѣзда изъ платиновой пластинки, играющая роль сильнаго контакта; галоиды поглощаются перекисью свинца, насыпанной въ лодочку и помѣщенной въ трубку за платиной. Когда приборъ налаженъ, опредѣленіе органическаго углерода (и воды) можетъ быть законченъ въ $\frac{3}{4}$ —1 часъ. За подробнымъ описаніемъ отсылаемъ къ оригиналу ¹⁾.

Изслѣдованіе водной вытяжки ила.

Приготовленіе водной вытяжки. 100 грм. воздушно-сухого вещества настаиваютъ при взбалтываніи въ теченіи 2 сутокъ съ

¹⁾ Prof. Dr. M. Denstedt. Anleitung zur vereinfachten Elementaranalyse für wissenschaftliche und technische Zwecke. Петроградъ, 3 изд., 1910 г.

1000 куб. сант. дистиллированной воды въ цилиндрѣ съ притертой пробкой, фильтруютъ и въ фильтратѣ опредѣляютъ.

Общее количество растворенныхъ веществъ. 250 куб. сант. вытяжки выпариваютъ въ платиновой чашкѣ и высушиваютъ при 110° Ц. Соотвѣтствуетъ сухому (плотному) остатку воды.

Остатокъ послѣ прокаливанія. Прокалываютъ полученный плотный остатокъ на простой бунзеновской горѣлкѣ до постоянного вѣса, смочивъ нѣсколькими каплями углекислаго аммонія.

Хлориды. 250 куб. сант. вытяжки концентрируютъ до 50 куб. сант. для разрушенія органическихъ веществъ приливаютъ $KMnO_4$ до розоваго окрашиванія, кипятятъ, фильтруютъ, прибавляютъ HNO_3 и осаждаютъ $AgNO_3$, или опредѣляютъ объемнымъ способомъ по Фольгардту (стр. 182).

Азотная кислота. 1) Способъ Ульша; берутъ 500 куб. сант. водной вытяжки почвы и, прибавивъ ѣдкой щелочи для удаленія амміака, концентрируютъ до 25—30 куб. сант. въ колбѣ въ 250—300 куб. сант., прибавляютъ 10 куб. сант. сѣрной кислоты у. в. 1,35 (1:3), 5 грм. металлическаго желѣза (*Ferrum hydrogenio reductum*) и, заткнувъ колбу пробкой, въ которую вставлена маленькая воронка или трубка съ оттянутымъ нижнимъ концомъ, поступаютъ дальше, какъ описано (стр. 111 и 181).

2) Способъ Грандваля-Ляжу (стр. 114).

3) Газометрическій способъ (стр. 255).

Азотистая кислота опредѣляется по Гриссу (стр. 126 и 180).

VI. Микробиологическіе способы изслѣдованія водъ.

Общепринятые способы бактериологическаго изслѣдованія воды для санитарныхъ цѣлей.

Бактериологическое изслѣдованіе воды, какъ было указано выше (стр. 10), состоитъ въ опредѣленіи числа колоній, находящихся въ водѣ и способныхъ выростать на принятыхъ питательныхъ средахъ при установленныхъ условіяхъ ихъ роста (при 22° Ц.) и времени счета выросшихъ колоній (черезъ 48 часовъ), а также въ нахожденіи нѣкоторыхъ микроорганизмовъ, указывающихъ на опасное загрязненіе питьевой воды (напр., кишечной

палочки) и нѣкоторыхъ патогенныхъ микроорганизмовъ, напр., холернаго вибріона или тифозной палочки (во время соотвѣтствующихъ эпидемій).

Пробы воды для бактериологическаго анализа должны быть взяты свѣдущими людьми въ особую стеклянную посуду, стерилизованную въ шкафу при 160° въ теченіе $\frac{1}{2}$ часа, и для всѣхъ послѣдующихъ операцій вся посуда, среды и пр. должны быть соотвѣтственнымъ способомъ обезпложены.

Если проба берется для опредѣленія числа бактерий, то посѣвы воды на питательныя среды должны быть сдѣланы на мѣстѣ сейчасъ-же по взятіи пробы. Только если на мѣстѣ нѣтъ никакого жилого строенія, гдѣ можно-бы было сдѣлать посѣвы, ставятъ пробы въ ледъ или въ охлаждающую смѣсь и перевозятъ для изслѣдованія въ лабораторію, если въ теплое время года время переѣзда не продлится болѣе 2—3 часовъ. При температурѣ воды выше нуля во взятой пробѣ число бактерий при храненіи и перевозкѣ быстро увеличивается, достигая въ теченіе дробныхъ частей часа тысячъ и десятковъ тысячъ колоній въ 1 куб. сант. вмѣсто десятковъ и сотенъ колоній, бывшихъ въ водѣ изслѣдуемаго водоема.

Въ виду сказаннаго, отправляясь на мѣсто взятія пробъ воды для счета колоній, необходимо взять съ собой стерилизованную посуду, пипетки, готовые питательныя среды и т. д. — все, что необходимо для посѣвовъ воды на питательныя среды. Пробы воды, предназначенныя для изслѣдованія на кишечную палочку, желательнo взять въ питательную среду также на мѣстѣ взятія пробы, но можно засѣять и черезъ нѣсколько часовъ. Пробы воды, назначенныя для открытія холернаго вибріона и тифозной палочки могутъ перевозиться безъ охлажденія въ теченіе многихъ часовъ, но чѣмъ дольше промежутокъ между взятіемъ пробы и моментомъ изслѣдованія, тѣмъ меньше шансовъ найти эти патогенные виды, такъ какъ они могутъ быть подавлены быстро размножившимися водными сапрофитными бактеріями.

Приборы для выемки пробъ.

Взятіе пробъ воды для бактериологическаго анализа производится различными приборами въ зависимости отъ водоема и въ неодинаковыхъ количествахъ въ зависимости отъ того, предполагается-ли въ водѣ только произвести счетъ колоній (коли-

качественный бактериологический анализ) или имѣютъ въ виду произвести также качественный анализъ, напр., на бактеріи—показателей фекальнаго загрязненія, на холернаго вибриона, на тифозную палочку и нѣк. друг.

Вода изъ водопроводныхъ крановъ и изъ крановъ поршневыхъ колодцевъ берется въ обыкновенныя стерилизованныя вмѣстѣ съ ватными пробками колбы; по пополненіи ихъ водой горла колбъ обжигаютъ на пламени и вновь замыкаютъ ватной пробкой, съ которыми колбы стерилизовались.

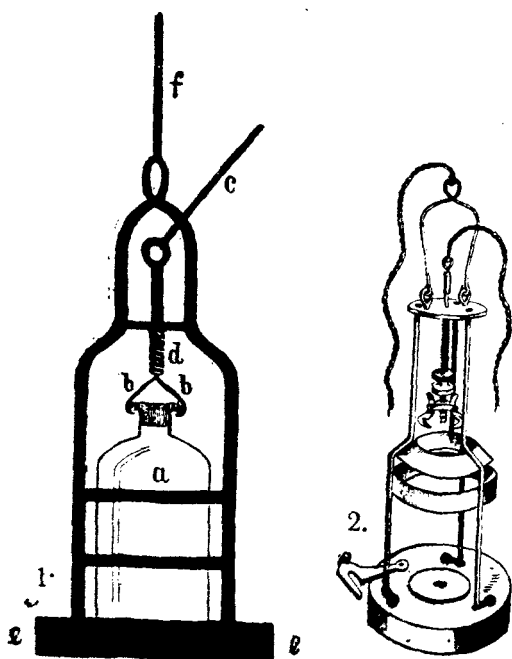


Рис. 68. Приборъ для взятія пробъ воды для бактериологическаго изслѣдованія и для кислорода. 1) Схема прибора; 2) Металлическій мѣд-ный станокъ, въ который вставляется стеклянка, въ $\frac{1}{3}$ нат. величины. Русская модель.

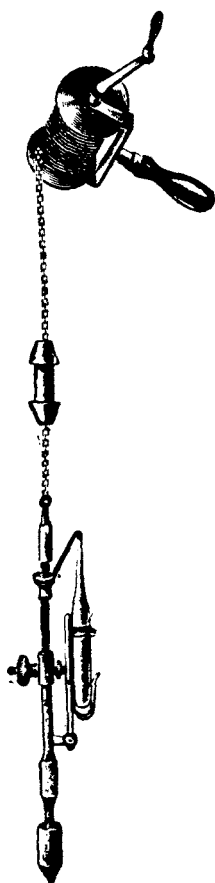


Рис. 69. Приборъ Склаво-Чаплевскаго для взятія малыхъ количествъ воды съ цѣлью бактериологическаго изслѣдованія.

Необходимо при этомъ во избѣжаніе случайныхъ результатовъ открыть водопроводный кранъ на 10—20 минутъ и затѣмъ передъ самымъ моментомъ взятія пробы обжечь его пламенемъ

горѣлки. Вода колодезная до взятія пробы должна также откачиваться не менѣе 10 минутъ.

Вода изъ открытыхъ водоемовъ и копанныхъ колодцевъ берется специальными приборами, которые снабжены приспособленіями для открытія стерилизованныхъ сосудовъ подъ водой на требуемой глубинѣ.

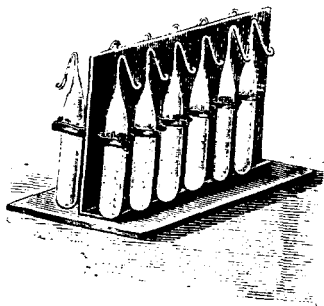


Рис. 70. Пробирки къ прибору Склаво-Чаплевскаго въ штативѣ.

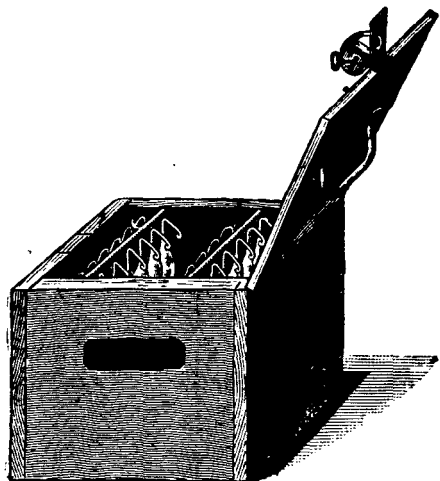


Рис. 71. Ящикъ для прибора Склаво-Чаплевскаго.

Изъ многочисленныхъ приборовъ, предложенныхъ для взятія пробъ воды для бактериологическаго анализа, наиболѣе простымъ, удобнымъ, дешевымъ и до извѣстной степени универсальнымъ является выше изображенный (рис. 68) приборъ, примѣняющійся давно Городской Петроградской Лабораторіей и испытанный нами во многихъ экспедиціяхъ по изслѣдованію русскихъ водоемовъ. Приборъ можетъ быть сдѣланъ любымъ жестяникомъ ¹⁾.

Описанный приборъ, даетъ возможность брать пробы воды въ стеклянкахъ отъ 250 до 400 куб. сант. въ одинъ приемъ, т. е. такой объемъ, который достаточенъ и для посѣвовъ на твердыхъ среды — для счета колоній — и для пробы на кишечную палочку.

Кромѣ того съ помощью этого прибора весьма удобно брать

¹⁾ Размѣры прибора для стеклянокъ емкостью 250 — 400 сант. слѣдующіе: высота отъ основанія до верхняго кружка 34 сант.; діаметръ нижняго кружка (основанія) 13,5 сант.; діаметръ верхняго кружка 9 сант.; длина внутренняго стержня 20 сант.; толщина свинцоваго слоя подъ основаніемъ; длина верхней дужки 20 сант. Приборъ сдѣланъ изъ мѣди. Стеклянки должны имѣть плоскія пробки.

пробы воды и для опредѣленія раствореннаго въ водѣ кислорода (ср. стр. 188).

Если предполагается изслѣдовать воду только на число колоній, для чего достаточно 10—25 куб. сант. воды, то можно пользоваться приборомъ Скляво-Чаплевскаго (рис. 69—71). Однако этотъ приборъ оказывается несостоятельнымъ, если необходимо брать пробы воды съ глубинъ, превышающихъ 1 метръ, такъ какъ при большихъ глубинахъ грузъ перестаетъ отбивать оттянутый кончикъ пробирки, предназначенный для взятія пробы.

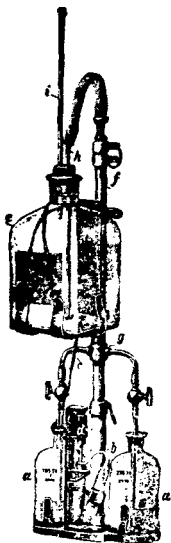


Рис. 72. Приборъ Шпитты и Имгофа для взятія пробъ воды для химическаго и бактериологическаго изслѣдованія. Малая дорожная модель для небольшихъ глубинъ: *e*) и *a*) бутылки для пробъ воды (*a*—для растворенныхъ газовъ); *b*) пробирка для счета колоній; *d*) молотокъ для отбиванія носика у *b*; *g*, *f*, *h*) трубка съ обратнымъ клапаномъ; *i*) трубка для отвода воздуха.

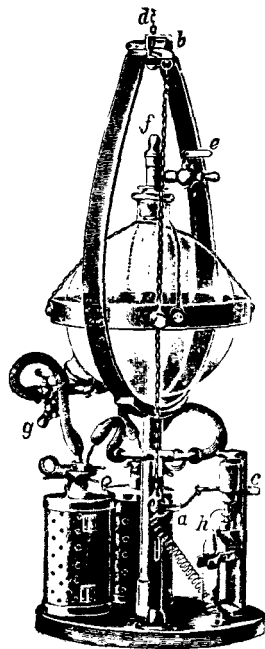


Рис. 73. То-же. Большая модель для значительныхъ глубинъ: *a*) кранъ для впуска *b*) открывающая цѣпь; *c*) опусканіе молотка; *d*) цѣпь, на которой опускается приборъ; *e*) трубки для отвода воздуха; *f*) обратный клапанъ; *g*) трубка для вытягиванія воды изъ прибора; *h*) пробирки для счета колоній.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда требуется взять пробы воды одновременно для бактериологическаго и химическаго изслѣдованій, особенно со значительныхъ глубинъ, примѣняютъ также приборы Шпитты и Имгофа (рис. 72 и 73), рекомендуемые берлинскимъ

санитарнымъ вѣдомствомъ. Технически приборы сдѣланы весьма совершенно, но они сложны и дороги.

Опредѣленіе числа бактерій.

Принципъ. Небольшіе точно отмѣренные объемы изслѣдуемой воды, взятые съ указанными выше бактериологическими предосторожностями, смѣшиваются съ расплавленной твердой питательной средой въ стерилизованной посудѣ съ широкимъ плоскимъ дномъ (обыкновенно въ чашкахъ Петри); послѣ застыванія среды посѣвы ставятъ въ термостатъ при 22° Ц.



Рис. 74. Бактериологическая пипетка.



Рис. 75 и 76. Металлическіе футляры для стерилизаціи пипетокъ.

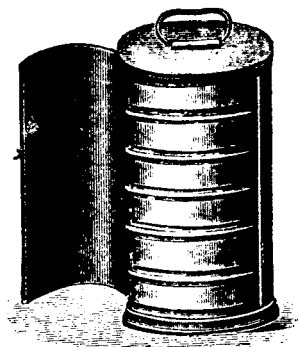


Рис. 77. Металлическая коробка для стерилизаціи чашекъ Петри.

на 48 часовъ и выросшія колоніи считаютъ; результаты выражаютъ числомъ колоній на 1 куб. сант. изслѣдуемой воды.

Посуда. 1) Приборы для выемки пробъ (см. выше), или заткнутыя ватой стерилизованныя при 160° Ц. въ теченіе $1\frac{1}{2}$ часа колбы въ 100 куб. сант.

2) Пипетки (рис. 74) въ 1—2 куб. сант. съ дѣленіями на $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{100}$ куб. сант., стерилизованные сухимъ воздухомъ въ шкафу (рис. 81) при 160° Ц. въ теченіе $\frac{1}{2}$ часа въ одномъ изъ металлическихъ футляровъ (рис. 75 и 76). Въ верхній широкій конецъ пипетокъ вкладывается ватная пробка.

3) Чашки Петри, простерилизованныя также при 160° Ц. въ теченіе $\frac{1}{2}$ часа. Рекомендуются каждую чашку Петри съ крыш-

кой стерилизовать, завернувши предварительно въ мягкую бумагу, которую снимають передъ моментомъ употребленія чашки (рис. 77).

4) Питательныя среды, вполне готовыя, разлитыя въ пробирки по 10 куб. сант. и стерильныя: а) пептонная желатина Коха и б) для нѣкоторыхъ случаевъ также среда изъ агаръ-агара. Эти среды стерилизуютъ текучимъ паромъ въ Коховскомъ котлѣ въ проволочныхъ корзинкахъ (рис. 78), въ которыхъ онѣ и перевозятся. Среда послѣ окончательной стерилизаціи должны до ихъ употребленія выстояться, чтобы получилась увѣренность, что онѣ вполне стерильны (приготовленіе средъ см. ниже).

5) Обыкновенная вода, налитая точно по 99 куб. сант. въ колбы и хорошо стерилизованная въ Коховскомъ приборѣ или автоклавѣ (рис. 82 и 83).

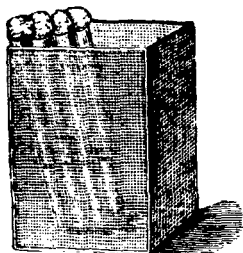


Рис. 78. Корзинка изъ металлической сѣтки для стерилизаціи пробирокъ.

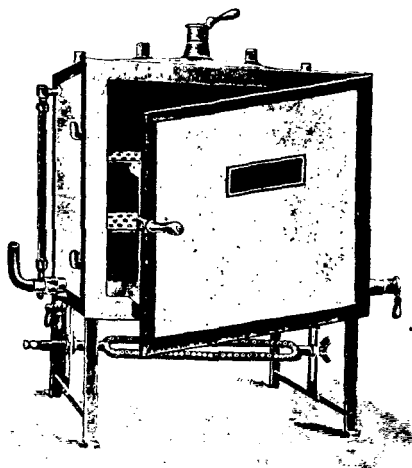


Рис. 79. Термостатъ обычнаго типа.

- 6) Горѣлка или спиртовая лампа;
- 7) Водяная ванна или другой сосудъ для нагрѣванія воды;
- 8) Термометръ съ дѣленіями на $\frac{1}{10}$ град. Ц.
- 9) Термостатъ (рис. 79 и 80).

10) Приборы для стерилизаціи: 1) Металлическій шкафъ съ термометромъ въ 250° Ц. для стерилизаціи сухимъ жаромъ при 160° Ц. (рис. 81); 2) Коховскій котель для стерилизаціи текучимъ паромъ при 100° Ц. (рис. 82) и 3) Папиновъ котель (автоклавъ) для быстрой стерилизаціи паромъ, перегрѣтымъ выше 100° Ц. (рис. 83). Послѣдніе два прибора могутъ замѣнять другъ друга.

11) Счетчикъ для колоній съ лупой, напр. разлинован-

ная на кв. сант. стеклянная пластинка на подставкѣ Вольфгюгеля (рис. 85).

12) Микроскопъ.

13) Платиновая игла и петля.

Ходъ изслѣдованія. Пробирки съ питательной желатиной погружаютъ въ воду съ температурою въ 35° — 36° Ц.; вынимаютъ изъ футляра нужное количество чашекъ Петри и, снявъ бумагу,

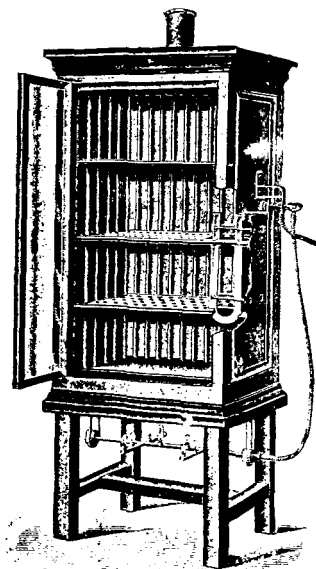


Рис. 80. Деревянный термостатъ Ру.

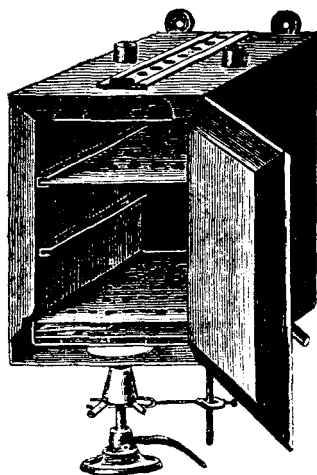


Рис. 81. Металлическій стѣнной шкафъ для стерилизаціи при 160° Ц. сушимъ воздухомъ.

ставятъ въ одну линію на столѣ; вынимаютъ изъ футляра пробирку въ 1 куб. сант., проводятъ ея нижній конецъ черезъ пламя горѣлки и, приподнимая съ одного бока крышку чашки Петри, вливаютъ послѣдовательно въ каждую изъ нихъ по опредѣленному объему изслѣдуемой воды; напр., въ чашку I—0,01 куб. сант.; въ чашку II—0,1 куб. сант.; въ чашку III—0,5 куб. сант. и т. д. Каждую крышку, приподнятую съ одного края, тотчасъ послѣ вливанія опускаютъ; такимъ-же образомъ поступаютъ съ каждой изъ послѣдующихъ чашекъ; затѣмъ берутъ пробирку съ расплавленной желатиной, подносятъ ее возможно ближе къ чашкѣ Петри I, вынимаютъ ватную пробку, быстро проводятъ края пробирки черезъ пламя горѣлки и, приподнявъ съ одного бока крышку, возможно быстро вливаютъ желатину въ чашку, на которую тотъ-

часть-же опускаютъ крышку. Затѣмъ берутъ закрытую чашку въ обѣ руки и плавными вращательными и колебательными движеніями хорошо перемѣшиваютъ воду съ желатиной, распредѣляютъ желатину тонкимъ и ровнымъ слоемъ по дну чашки безъ пузырьковъ воздуха и непокрытыхъ средой участковъ дна и ставятъ на столъ до полного застыванія среды. Точно такимъ-же образомъ поступаютъ послѣдовательно и съ остальными чашками, въ ко-

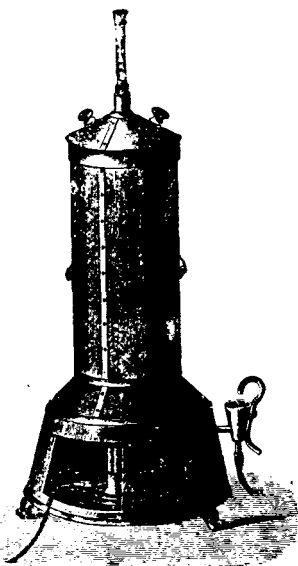


Рис. 82. Стерилизаторъ текущимъ паромъ.



Рис. 83. Стерилизаторъ перегрѣтымъ паромъ (Папиновъ котель, автоклавъ).

торая была налита изслѣдуемая вода. По окончаніи всѣ чашки съ затвердѣвшей средой ставятъ въ термостатъ при 22° Ц. на 48 часовъ, а затѣмъ, вынувъ изъ термостата, считаютъ число колоній, выросшихъ на каждой изъ чашекъ.

Если въ качествѣ питательной среды употребляется агаръ, то пробирки съ нимъ ставятъ въ кипящую воду, разжижившійся агаръ охлаждаютъ до 40° Ц., (при этой температурѣ онъ еще не застываетъ), и затѣмъ его вливаютъ въ чашки Петри въ отмѣренныя объемы изслѣдуемой воды, даютъ застыть и ставятъ въ термостатъ на 48 час. при 37° Ц.

При изслѣдованіи очень загрязненныхъ водъ, содержащихъ десятки тысячъ колоній въ 1 куб. сант. (напр. рѣчной воды во время весеннихъ разливовъ), рекомендуется еще другой пипеткой влить 1 куб. сант. изслѣдуемой воды въ колбу съ 99 куб. сант. стерилизованной воды и такимъ образомъ получить разведеніе изслѣдуемой воды 1:100 при посѣвѣ 1 куб. сант. этой смѣси на питательные среды; разведеніе 1:1000 при посѣвѣ 0,1 куб. сант. смѣси и т. д.

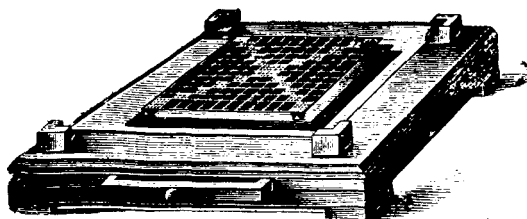


Рис. 84. Приборъ Вольфкюгеля для счета колоній на пластинчатыхъ культурахъ.

Производство счета колоній. Вынутую изъ термостата черезъ 48 часовъ чашку съ выросшими колоніями ставятъ на или подъ стекло счетчика, снявъ съ нея крышку; неподвижно и плотно фиксируютъ дно чашки по отношенію къ квадратной сѣткѣ, вытравленной на стеклѣ счетчика (рис. 84) и приступаютъ къ счету колоній простымъ глазомъ или съ помощью лупы.

Если число колоній, выросшихъ во всей чашкѣ, не превышаетъ 300, то ихъ сосчитываютъ полностью, записываютъ и, умножая на разведеніе, пересчитываютъ на 1 куб. сант. воды.

При большемъ числѣ, сосчитываютъ число колоній въ опредѣленномъ числѣ квадратовъ, обыкновенно въ 12: въ 4-хъ центральныхъ и въ 8 квадратахъ, расположенныхъ по 2 на каждомъ углу пластинки, т. е. всего на площади въ 12 кв. сант. (каждый большой квадратъ = 1 кв. сант.). Найденныя числа складываютъ и, принявъ во вниманіе разведеніе, рассчитываютъ на всю площадь чашки и на 1 куб. сант. изслѣдуемой воды.

Примѣръ. Сосчитано число колоній въ чашкѣ съ 0,01 куб. сант. воды въ 12 квадратахъ, расположенныхъ такимъ образомъ: 4 въ центрѣ и по 2 квадрата на каждомъ изъ четырехъ угловъ (всѣ квадраты съ дѣленіями на мелкіе квадраты). Найденное число ко-

лоній: $15 + 18 + 12 + 16 + 19 + 12 + 20 + 17 + 18 + 15 + 14 + 15 =$
 $= 191$ колонія на 12 кв. сант.

Вычисляють далѣ площадь всего дна чашки по формулѣ площади круга: $x = \pi r^2$, въ которой $\pi = \frac{22}{7}$, а $r = \frac{1}{2}$ діаметра, т.-е. радіусу дна чашки, который при обычномъ діаметрѣ чашекъ Петри въ 9 сант. $= \frac{9}{2}$. Подставивъ эти числа въ предыдущую формулу, получимъ:

$$x = \frac{22}{7} \times \left(\frac{9}{2}\right)^2 = \frac{22}{7} \times \frac{81}{4} = 63,6 \text{ кв. сант.}$$

Такимъ образомъ на всемъ днѣ чашки число колоній будетъ равняться:

$y : 191 = 63,6 : 12$; отсюда $y = \frac{191 \times 63,6}{12}$ колоній въ 0,01 куб. сант., а слѣдовательно въ 1 куб. сант. воды будетъ:

$$y = \frac{191 \times 63,6}{12} \times 100 = 8436 \text{ колоній.}$$

Такимъ-же образомъ сосчитываютъ колоніи въ остальныхъ чашкахъ и перечисляютъ на 1 куб. сант. изслѣдуемой воды и изъ всѣхъ трехъ посѣвовъ берутъ среднюю, которую и записываютъ, какъ окончательный результатъ изслѣдованія.

Описанный способъ количественнаго бактериологическаго анализа воды даетъ сравнимые результаты только тогда, когда онъ производится вполнѣ при одинаковыхъ условіяхъ и на средѣ одного и того-же состава и приготовленія и примѣняется къ изслѣдованію воды одного и того-же источника, но въ разное время и въ различныхъ мѣстахъ или къ водѣ различныхъ источниковъ, но одного типа. Можно сравнивать по числу колоній между собой воду одной рѣки съ другой, воду одного озера съ водой другого озера. Къ анализу колодезной воды счетъ колоній мало примѣнимъ и даетъ случайные и колеблющіеся результаты.

Весьма цѣнные указанія даетъ счетъ колоній при контролѣ за центральными фильтрами и за другими установками, очищающими и обезвреживающими питьевую воду, на примѣръ за озонированіемъ, хлорированіемъ воды и друг.

Въ такихъ случаяхъ счетъ колоній производится ежедневно и систематично одновременно съ качественнымъ бактериологическимъ анализомъ и съ физико-химическими изслѣдованіями воды.

При контролѣ за центральными водопроводными фильтрами

установлено, что хорошіе фильтры всегда должны давать фильтрованную воду съ содержаніемъ не болѣе 100 колоній въ 1 куб. сант., а обыкновенно даютъ фильтраты и съ меньшимъ числомъ бактерій (20—50 колоній въ 1 куб. сант.).

Руководящія указанія относительно санитарной оцѣнки воды на основаніи опредѣленія числа колоній и схѣмы для заключеній даны нами въ началѣ настоящаго руководства (стр. 13).

Преимущество агара передъ желатиной состоитъ въ томъ, что его бактеріи не разжижаютъ и потому ихъ можно считать черезъ 5—7 и больше дней, и онъ не расплавляется при температурахъ 37—37,5° Ц. Число колоній, поэтому, на агарѣ всегда вырастаетъ больше, чѣмъ на желатинѣ даже и въ томъ случаѣ, если счетъ колоній производится черезъ равный промежутокъ времени.

Приготовление питательныхъ средъ.

Мясопептонная желатина.

Для приготовленія питательной желатинны Коха отвѣшиваютъ:

10	вѣс. части	мясн. экстракта	Либиха.
10	"	"	пептона Витте въ порошокъ.
5	"	"	поваренной соли.
1000	"	"	воды.

Эту смѣсь нагреваютъ около получаса паромъ и по охлажденіи и отстаиваніи фильтруютъ. Къ 900 частямъ фильтрата прибавляютъ 100 частей бѣлой желатины лучшаго качества и послѣ того, какъ желатина разбухнетъ и размякнетъ, нагреваютъ паромъ не болѣе получаса.

Затѣмъ къ горячей жидкости прибавляютъ нормальнаго раствора ѣдкаго натра (4% NaHO , около 30 вѣсовыхъ частей) и затѣмъ прибавляютъ по каплямъ нормальнаго ѣдкаго натра до нейтральной реакціи на лакмусовую бумагу; послѣ этого жидкость опять ставится на $\frac{1}{4}$ часа въ Коховскій аппаратъ и снова прибавленіемъ ѣдкаго натра устанавливается нейтральная реакція. Для того, чтобы всегда имѣть желатину одной и той-же степени щелочности, къ ней прибавляютъ $1\frac{1}{2}$ части кристаллической, невыѣтрившейся соды ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), ставятъ на $\frac{1}{2}$ часа или самое большее на $\frac{3}{4}$ часа въ Коховскій аппаратъ и прозрачную жид-

кость фильтруютъ черезъ мелкопористый бумажный фильтръ, смоченный предварительно горячей водой. Для полного освѣтлѣнія желатины прибавляютъ бѣлокъ отъ одного яйца, разболтанный въ небольшомъ количествѣ воды, и смѣсь нагрѣваютъ $\frac{1}{4}$ часа въ Коховскомъ аппаратѣ, фильтруютъ и еще теплую разливаютъ по 10 куб. сант. въ пробирки, стерилизованныя нагрѣваніемъ при 130—150° Ц. въ теченіе 1 часа и стерилизуютъ въ нихъ однократнымъ нагрѣваніемъ текучимъ паромъ въ теченіе 15—20 минутъ. Наконецъ, готовую и разлитую въ пробирки желатину окончательно стерилизуютъ въ теченіе трехъ дней по $\frac{1}{4}$ часа.

Желатина съ агаромъ и альбумозой.

При прочихъ равныхъ условіяхъ, на этой средѣ вырастаетъ больше водныхъ бактерій, чѣмъ на Коховской обыкновенной желатинѣ.

Отвѣшиваятъ 7,5 грм. альбумозы, прибавляютъ 950 куб. сант. воды и оставляютъ на ночь. Утромъ отфильтровываютъ 950 куб. сант. и фильтратъ дѣлятъ на 2 порціи—одну въ 500 куб. сант., другую въ 450 куб. сант.

Къ первой порціи фильтрата—500 куб. сант.—прибавляютъ 7,5 грм. агаръ-агара и нагрѣваютъ въ Коховскомъ аппаратѣ до растворенія агаръ-агара.

Ко второй порціи фильтрата—въ 450 куб. сант.—прибавляютъ 50,0 грм. желатины, смѣсь нагрѣваютъ до растворенія желатины и усредняютъ нормальнымъ растворомъ ѣдкаго натра. Затѣмъ обѣ порціи сливаютъ вмѣстѣ, охлаждаютъ до 45° Ц., прибавляютъ бѣлокъ отъ одного сырого яйца, нагрѣваютъ въ Коховскомъ аппаратѣ въ теченіе $\frac{1}{4}$ часа, фильтруютъ, разливаютъ въ пробирки и, наконецъ, стерилизуютъ еще 3 раза по $\frac{1}{4}$ часа черезъ сутки.

Открытіе микроорганизмовъ, указывающихъ на фекальное загрязненіе.

Загрязненіе питьевой воды человѣческими изверженіями („фекальное загрязненіе“) представляется самымъ явнымъ, самымъ общепонятнымъ признакомъ опасности заразиться черезъ воду одной изъ болѣзней, передаваемыхъ водой, т. е. брюшнымъ тифомъ, холерой или дизентеріей.

Проф. Эйкманъ предложилъ (1904 г.) для изслѣдованія на „фекальное“ загрязненіе воспользоваться нахожденіемъ въ водѣ кишечной палочки (*bac. coli communis*), которая всегда содержится въ изверженіяхъ человѣка и теплокровныхъ животныхъ и при извѣстныхъ условіяхъ можетъ поступать въ водоемъ въ огромныхъ количествахъ ¹⁾).

Открытие кишечной палочки по способу проф. Эйкмана и Эйкмана-Буллира.

Принципъ. Кишечная палочка обладаетъ способностью произрастать и вызывать броженіе глюкозы, маннита съ образованіемъ газа (CO_2) при t^0 46° Ц., при которой почти всѣ другія бактеріи, живущія въ питьевыхъ водахъ, уже не растутъ. Этотъ принципъ впервые былъ указанъ Роде и затѣмъ Венсаномъ (41,5° Ц.).

Посуда. 1) Стеклянки для взятія пробъ воды, емкостью по 400—500 куб. сант., которыя затыкаются ватными пробками и стерилизуются при 160° Ц. Стеклянки вставляются въ одно изъ приспособленій для взятія пробъ воды (рис. 68).

2) Коническія колбы въ 1 литръ, налитыя жидкой питательной средой Эйкмана - Буллира, съ опущенной въ среду открытымъ концомъ книзу пробиркой (рис. 85). Коническія колбы съ опущенными въ каждую изъ нихъ пробирками, заткнутыя ватными пробками, сначала стерилизуются при 160°, а затѣмъ въ нихъ вливается стерилизованная жидкая среда и они вновь стерилизуются въ Коховскомъ приборѣ. При изслѣдованіи загрязненныхъ водъ для посѣвовъ служатъ обычныхъ размѣровъ пробирные стаканчики съ питательной средой, въ которые опущены открытымъ концомъ книзу пробирки меньшаго размѣра (рис. 86).

3) Стерилизованныя бактериологическія пипетки, термо-

¹⁾ Обширную литературу о кишечной палочкѣ и способахъ ея нахожденія въ питьевыхъ водахъ на русск. языкѣ см.: Проф. Г. В. Хлопинъ и прив.-доц. К. Э. Добровольскій. Обезвреживаніе питьевой воды посредствомъ озона. Вѣстн. Общ. гигиены и пр. за 1907 г. Л. К. Мордбергъ. О присутствіи *b. coli* въ источникахъ питьевой воды. 1908 г. Дисс. П. Д-ръ мед. Л. М. Горовицъ. Значеніе качественного бактериологическаго изслѣдованія при санитарной оцѣнкѣ водъ. 1913 г. въ матеріалахъ по изслѣдованію воды Невской губы въ санитарномъ отношеніи. Подъ ред. проф. Г. В. Хлопина; а также бактериологін: С. Л. Омелянскій. Микробиологія. 3-е изд. (1917 г.) и изд. подъ ред. проф. Л. Тарасевича (1912 г.) и проф. С. И. Златогорова (1916 г.).

метръ, чашки Петри и прочая посуда и приборы, указанные выше (стр. 289—291) за исключеніемъ счетчика.

Питательныя среды. 1) Среда Эйкмана содержитъ 10% пептона, 10% глюкозы и 5% поваренной соли. Для посѣвовъ берутъ 1 объемн. ч. среды на 7 объемн. частей изслѣдуемой воды, т. е., напр., въ 10 куб. сант. среды можно засѣять 70 куб. сант. изслѣдуемой воды, въ 50 куб. сант.—350 куб. сант. и т. д.

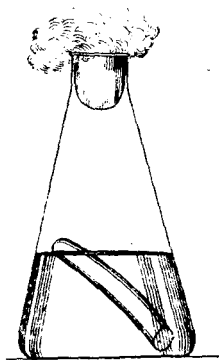


Рис. 85. Колба со средою Булліра съ опрокинутой пробиркой для собиранія газовъ.



Рис. 86. Пробирка со средою Булліра, въ которой опрокинута маленькая пробирка Г для собиранія газовъ.

2) Среда Эйкмана-Булліра, которая вытѣснила первоначальную среду Эйкмана. Для приготовления среды Эйкмана-Булліра вымачиваютъ въ теченіе 24 часовъ 2 килограмма мяса въ 2 литрахъ воды, фильтруютъ черезъ тряпку и затѣмъ прибавляютъ 25 грм. пептона Витте, 15 грм. поваренной соли и 30 грм. маннита, стерилизуютъ $\frac{1}{2}$ часа въ приборѣ Коха, фильтруютъ и усредняютъ растворомъ соды, какъ при приготовленіи обыкновеннаго бульона. Затѣмъ къ питательной средѣ прибавляютъ стерилизованнаго воднаго раствора каменноугольной „красной нейтральной краски“ конц. 1 на 1000 въ количествѣ 6 процентовъ. Отъ кишечной палочки маннитъ переходитъ въ броженіе съ образованіемъ газа и красная окраска среды дѣлается желтой. Краска была предложена Ротбергеромъ, а затѣмъ среда Ротбергера была усовершенствована докторомъ Ольдекопомъ въ моей лабораторіи въ Юрьевскомъ Университетѣ.

3) Избирательныя среды: Дригальскаго съ кристалли-

ческой фіолетовой краской и Эндо съ возстановленнымъ фуксиномъ (приготовление см. ниже).

4) Питательныя среды, [краски и реактивы, необходимыя для дифференцированія кишечной палочки отъ сходныхъ съ ней микроорганизмовъ.

Ходъ опредѣленія. Взятую изъ водоема пробу воды вливаютъ въ питательную среду Эйкмана или Эйкмана-Буллира по возможности тотчасъ по взятіи на мѣстѣ; если это невозможно, перевозятъ въ лабораторію, причемъ пробу можно въ ледъ при перевозкѣ и не ставить. Если подозрѣваютъ, что вода значительно загрязнена, то отмѣриваютъ для посѣва стерильными пипетками 1 куб. сант. и доли куб. сант. въ питательную среду, налитую въ пробирки, и всегда въ нѣсколько (4 и болѣе).

Если источникъ чистый, отмѣриваютъ 100 или 400 куб. сант., а иногда и болѣе въ среды, налитыя въ большія коническія колбы. Во избѣжаніе случайнаго загрязненія изслѣдуемой воды при отмѣриваніи большихъ объемовъ, полезно на колбахъ со средой вымѣрить въ лабораторіи, отмѣтить чертами соотвѣтствующіе объемы воды и объемы питательной среды.

Если производится контроль за водой, профильтрованной черезъ центральныя фильтры, дѣлаютъ нѣсколько посѣвовъ по 100 куб. сант. и по 400 куб. сант. Такіе-же объемы для посѣва берутся для воды, обработанной озономъ, хлоромъ и друг. химическими веществами.

Когда отмѣренный объемъ изслѣдуемой воды влить въ питательную среду, горла пробирокъ или колбъ обжигаютъ пламенемъ, затыкаютъ опять ватными пробками и колебательными движеніями жидкость въ нихъ перемѣшивается и ею наполняются внутреннія пробирки до полного вытѣсненія изъ нихъ воздуха. Въ лабораторіи засѣяныя пробы помѣщаются въ термостатъ при 46° Ц. на 24—48 часовъ и затѣмъ осматриваются.

Если въ пробахъ воды содержались кишечныя палочки, то изъ внутреннихъ пробирокъ часть жидкости вытѣсняется газомъ, образовавшимся изъ глюкозы, или маннита, среда дѣлается кислой и въ случаѣ примѣненія среды, окрашенной красной краской, еще и цвѣтъ ея переходитъ въ желтый.

Указанныхъ признаковъ—образованіе газа, кислоты и измѣненіе краснаго цвѣта среды въ желтый—однако не вполне достаточно, чтобы съ увѣренностью утверждать, что эти измѣненія въ питательныхъ средахъ вызваны именно кишечной палочкой, а не

нѣкоторыми другими бактеріями, какъ то: *b. lactis anerogenes*, *b. proteus vulgaris*, *b. cloacae*, *b. viscosus ochraceus* и нѣк. другими, также развивающимися при $t^{\circ} 46^{\circ}$ Ц. По этой причинѣ для полной убѣдительности необходимо пересѣять перебродившія жидкости на чашки Петри въ избирательныя среды Дригальскаго и Эндо, а въ случаѣ надобности и на другія среды.

Кишечная палочка на синей средѣ Дригальскаго даетъ колоніи, окруженныя красноватымъ фономъ (образованіе кислоты), а безцвѣтную среду Эндо окрашиваетъ въ красный цвѣтъ. Съ этихъ средъ получаютъ чистыя культуры и убѣждаются въ ихъ свойствахъ.

Описанные способы имѣютъ въ виду открыть т. н. „типичную“ кишечную палочку (*b. coli communis*), обитающую въ кишечникѣ человека и теплокровныхъ животныхъ, а не ея многочисленныя варіаціи, изъ которыхъ, напр., кишечная палочка, живущая въ кишечникѣ рыбъ, не обладаетъ такимъ важнымъ признакомъ, какъ способность вызывать броженіе глюкозы и маннита съ выдѣленіемъ газа.

Чтобы избѣжать разногласій и противорѣчивыхъ заключеній относительно найденныхъ въ водѣ микроорганизмовъ изъ группы кишечной палочки, признаки типичной кишечной палочки устанавливаются компетентными лицами. Такъ для контроля за дѣйствіемъ Петроградской фильтро-озонной станціи особое совѣщаніе экспертовъ установило признавать за типичную кишечную палочку микроорганизмъ, обладающій слѣдующими свойствами¹⁾:

- 1) морфологически соответствующій *b. coli communis*,
- 2) подвижностью, хотя и мало выраженной,
- 3) не окрашивающійся по Граму,
- 4) не разжижающій желатины,
- 5) свертывающій молоко,
- 6) образующій индолъ, открывающійся реактивомъ Эрлиха²⁾.

¹⁾ Протоколъ Совѣщанія экспертовъ 16 дек. 1911 г. при испытаніи фильтро-озонной станціи въ Петроградѣ. Въ числѣ экспертовъ были: проф. Проскауэръ (изъ Берлина), проф. Хлопинъ, д-ръ В. И. Яковлевъ, Л. М. Горовицъ-Власова и нѣк. др.

²⁾ Реактивъ Эрлиха на индолъ состоитъ изъ двухъ растворовъ: а) изъ 4 ч. парадиметиламидобензальдегида + 380 ч. этил. 95° спирта + 80 ч. кр. соляной кислоты и б) насыщеннаго воднаго раствора надсѣрнокислаго кали ($K_2S_2O_8$). На пробирку съ бульонной культурой приливаютъ по 5 куб. сант. того и другого раствора.

- 7) вызывающий брожение съ выдѣленіемъ газа и кислоты:
 - а) лактозы,
 - б) винограднаго сахара (глюкозы),
 - в) маннита.

Отсутствіе одного изъ перечисленныхъ признаковъ дѣлаетъ микроорганизмъ не типичнымъ.

Пользуясь перечисленными признаками, опредѣляютъ т. н. „титръ кишечной палочки“, т. е. наименьшій объемъ изслѣдуемой воды, въ которомъ замѣчается брожение съ выдѣленіемъ газа на средѣ Эйкмана или Булліра по схемѣ Уиппла, приведенной нами выше (стр. 17).

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, особенно въ холодное время года (Геннигсонъ), по способу Эйкмана получаются отрицательные результаты потому, что малочисленные и ослабленные пребываніемъ въ водоемѣ кишечныя палочки при $t^{\circ} 46^{\circ} \text{Ц.}$ въ теченіе обычнаго срока пребыванія пробъ въ термостатъ (24—48 часовъ) не въ состояніи размножиться достаточно сильно, чтобы дать газъ или измѣнить цвѣтъ среды.

Новакъ ¹⁾ для контроля за способомъ Эйкмана предложилъ пробы, давшія отрицательные результаты, пересѣвать въ бульонъ, ставить въ термостатъ при 37°Ц. на 24 часа и по истеченіи этого срока пересадить вторично часть пробы на среду Эйкмана-Булліра и наблюдать, поставивъ въ термостатъ при 46°Ц. , какъ указано выше, т. е. производить „вторичную пробу Эйкмана“ послѣ примѣненія приѣма „обогащенія“, примѣняющагося часто при изслѣдованіи воды на патогенные микроорганизмы, напр. на холерный вибрионъ, на тифозную палочку и др.

Посредствомъ опредѣленія титра кишечной палочки для данной воды авторы способовъ стремятся подойти къ косвенному сужденію о количествѣ этого микроорганизма въ водѣ и слѣдовательно о степеняхъ загрязненія воды нечистотами по схѣмамъ, напр. по вышеприведенной схемѣ Уиппла (стр. 17). Дальнѣйшее развитіе описанныхъ косвенныхъ способовъ заключенія о степени загрязненія воды нечистотами по присутствію кишечной палочки, очевидно должно было итти въ сторону прямого опредѣленія числа кишечныхъ палочекъ въ опредѣленномъ объемѣ воды (въ 1 куб. сант.), какъ это уже сдѣлано по отношенію общаго числа

¹⁾ Mitteil. aus d. Kgl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorgung. H. 9. S. 197, 1907.

водныхъ бактерій. Такой способъ разработанъ въ гигиенической лабораторіи проф. Эсмарха.

Количественное опредѣленіе кишечной палочки по Гёттингенскому способу.

Принципъ тотъ - же, что и при счетѣ другихъ водныхъ колоній.

Ходъ опредѣленія. Наливаютъ 5—10 куб. сант. изслѣдуемой воды на застывшую среду Эндо, въ специальномъ шкафу (рис. 87) испаряють воду въ токѣ воздуха при t^0 30° Ц. въ теченіе не долѣе 40—50 минутъ, ставятъ въ термостатъ при 41—46° Ц. и затѣмъ считаютъ красныя колоніи, отливающія зеленоватымъ отблескомъ черезъ 24 часа; красныя колоніи изслѣдуются на кишечныя палочки (Марманъ, Шюреръ).

Проф. Добровольскій и студ. Ласточкинъ¹⁾, у насъ

первые примѣнили этотъ способъ количественнаго опредѣленія кишечной палочки при анализѣ р. Волги и рекомендуютъ засѣвать 6 куб. сант. воды, и вмѣстѣ со средой Эндо примѣнять также среду Дригальскаго. Что касается среды Макъ-Конкейя (агаръ+молочный сахар+соли желчныхъ кислот+нейтральная красная краска), то, по ихъ даннымъ, хотя эта среда даетъ наибольшую гарантію отъ загрязненія воздушными бактеріями, чѣмъ среды Дригальскаго и Эндо, но въ то-же время даетъ число колоній кишечной палочки приблизительно въ трое меньше, чѣмъ другія двѣ избирательныя среды. Т. о. не всѣ выросшія красныя колоніи на средахъ Эндо и Дригальскаго суть кишечныя палочки и для опредѣленія числа послѣднихъ въ водѣ необходимо убѣдиться специальнымъ изученіемъ чистыхъ культуръ выросшихъ колоній.

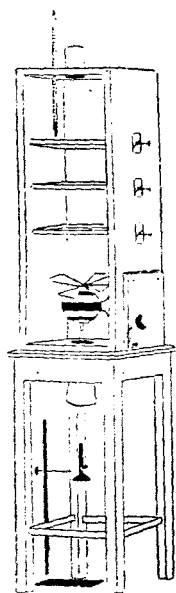


Рис. 87. Приборъ Мармана - Добровольскаго.

Въ крайне загрязненной водѣ р. Казанки, которую для посѣва 6 куб. сант. пришлось развести 1:600, было найдено 240 — 260

¹⁾ К. Э. Добровольскій и П. Н. Ласточкинъ. *Op. cit.* стр. 141. J. Schürer. Ueber den Nachweis des Bacterium coli im Flusswasser. 1910. Дасс.

красныхъ колоній и изъ нихъ 80 колоній кишечной палочки въ 1 куб. сант. воды. Для санитарной оцѣнки воды по числу колоній въ 1000 куб. сант. изслѣдуемой воды Венсанъ попытался дать слѣдующую, къ сожалѣнію, не достаточно обоснованную схѣму:

Схѣма Венсана.

Очень хорош. вода не должна содержать въ литрѣ болѣе	10	особей киш. пал.
Хорошая	10—50	„ „ „
Посредствен.	100—1000	„ „ „
Подозрительная	1000—10000	„ „ „
Очень плохая	10000	„ „ „
содержитъ болѣе		

Опредѣленіе фекальнаго загрязненія по способу Петрушки и Пуша.

Принципъ. Авторы берутъ различные объемы изслѣдуемой воды и, увеличивая искусственно число отыскиваемыхъ бактерій, опредѣляютъ, во первыхъ, наименьшій объемъ изслѣдуемой воды (въ куб. сант.), въ которомъ заключаются виды, развивающіеся при хорошихъ условіяхъ питанія и при температурѣ 37° уже черезъ 24 часа и названные авторами „термофильными“, и во 2-хъ, наименьшій объемъ изслѣдуемой воды, изъ котораго удастся выдѣлить кишечную палочку. Найденнымъ наименьшимъ объемамъ, выраженнымъ въ куб. сант., соотвѣтствуютъ отвлеченныя числа и эти числа выражаютъ то, что названо авторами „термофильнымъ титромъ“ и „титромъ кишечной палочки“ изслѣдуемой воды. Опредѣленные такимъ образомъ титры, согласно авторамъ, характеризуютъ загрязненіе воды: чѣмъ титры больше, тѣмъ воды чище и наоборотъ. Необходимо замѣтить, что названіе „термофильные виды“ не вполне правильно, ибо этимъ терминомъ въ бактериологіи принято называть виды бактерій, развивающіеся при температурахъ въ 50°—70°. Такія термофильныя бактеріи встрѣчаются иногда въ водѣ, а также въ почвѣ и въ кишечникѣ человѣка—въ послѣднемъ, впрочемъ, „въ ничтожномъ“ количествѣ (Аничковъ).

Ходъ опредѣленія титровъ. Къ 10 куб. сант. пептоннаго бульона, находящагося въ пробиркахъ, приливаютъ опредѣленные объемы изслѣдуемой воды. Если изслѣдуется загрязненная вода, то достаточно брать небольшіе объемы ея: 1, 0,1, 0,01, 0,001 куб. сант. и т. д. При чистыхъ водахъ необходимо брать боль-

шие объемы: 1,10, 100 куб. сант. (въ послѣднемъ случаѣ бульона берется 100 куб. сант. въ колбѣ). Разведенія, при помощи которыхъ отмѣриваются самыя незначительныя количества изслѣдуемой воды, производятся слѣдующимъ образомъ:

Вода.	Отмѣриваемые для анализа объемы воды въ куб. сант.	Объемы неразведенной воды, которые при этомъ взяты въ дѣйствительности въ куб. сант.
Неразведенная.	1 и 0,1	1 и 0,1
Разведеніе № 1 (0,5 куб. сант. неразведенной воды смѣшиваются съ 49,5 куб. сант. обезпложенной воды, или 0,1 куб. сант. съ 10 куб. сант.)	1 и 0,1	0,01 и 0,001
Разведеніе № 2 (0,5 куб. сант. разведенной воды № 1 смѣшиваются съ 49,5 куб. сант. обезпложенной воды или 0,1 куб. сант. съ 10 куб. сант.) . . .	1 и 0,1	0,0001 и 0,00001

Пробы, содержащія бульонъ въ смѣси съ изслѣдуемой водой, ставятъ на сутки при 37° въ термостатъ; тѣ пробы, въ которыхъ черезъ сутки произойдетъ сплошное помутнѣніе, содержатъ „термофильные виды“; въ числѣ послѣднихъ, кромѣ кишечныхъ палочекъ можно найти еще *b. faecalis alcaligenes*, а также *b. subtilis* и *bac. mycoides*. Наименьшій объемъ воды, отъ котораго произошло помутнѣніе бульона, соотвѣтствуетъ „термофильному титру“ воды. Изъ помутнѣвшихъ пробъ бульона обычными способами стараются затѣмъ выдѣлить кишечную палочку на избирательныхъ средахъ, напр. на средѣ Дригальскаго, Эндо, а также и на обыкновенной желатинѣ. Наименьшій объемъ воды, изъ котораго выдѣлена кишечная палочка, соотвѣтствуетъ „титру кишечной палочки“ данной воды.

Способъ Петрушки и Пуша, предложенный одновременно со способомъ Эйсмана, даетъ съ послѣднимъ весьма близкіе результаты [Хлопинъ и Добровольскій¹⁾, Добровольскій²⁾, Добровольскій и Ласточкинъ³⁾]. Въ настоящее время, однако, въ санитарной практикѣ способъ Петрушки-Пуша все болѣе и

¹⁾ Вѣстн. Общ. Гигіены и пр. 1907 г., сент.-окт.

²⁾ Къ оцѣнкѣ питьевой воды по способу Петрушки, Пуша и по способу Эйсмана, Русскій Врачъ, 1907 г. № 20.

³⁾ Ор. сіт. Гигіена и Санитарное Дѣло, янв. и фев.-мартъ за 1915 г.

болѣе вытѣсняется способомъ Эйкмана въ видоизмѣненіи Бул-
лира.

**Способъ Б. Геннингсона для опредѣленія фекальнаго загрязне-
нія, основанный на измѣнчивости способности кишечной па-
лочки образовать газъ.**

Принципъ. Геннингсонъ ¹⁾ съ цѣлью усилить спо-
собность кишечной палочки вызывать броженіе глюкозы въ

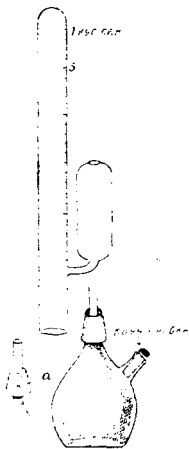


Рис. 88. Колба Геннингсона, соединенная
съ трубкой—измѣрителемъ газовъ съ по-
мощью каучуковой пробки *a*.

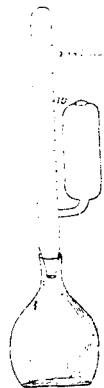


Рис. 89. Колба Геннингсона, пришли-
фованная къ трубкѣ — измѣрителю
газовъ.

средѣ Эйкмана, предлагаетъ, какъ это уже сдѣлано Нова-
комъ, понизить температуру выращиванія кишечной палочки
въ пробахъ воды съ 46° до 37° Ц. и измѣрять въ особыхъ бро-
дильныхъ колбахъ объемы газовъ образующихся при бро-
женіи: послѣ 5—6 часовъ, послѣ 14—15 часовъ, послѣ 24 часовъ и
послѣ 48 часовъ.

Посуда. Колбы для броженія обычнаго типа, или колбы
Эйкмана (большихъ размѣровъ) или спеціальныя колбы Ген-
нингсона (рис. 88 и 89).

¹⁾ Bert. Henningson. Eine neue Methode zur Beurteilung der fäkalen Verunreinigung eines Wassers, gegründet auf die Veränderlichkeit des Gasbildungsvermögens von B. Coli. Zeitschr. f. Hygiene, Bd. 74, 1913.

Питательныя среды. Среда Эйкмана: 10% винограднаго сахара, 10% пептона и 5% хлористаго натра.

Ходъ опредѣленія. Въ бродильную колбу наливають 4 куб. сант. питательной среды и 20 куб. сант. изслѣдуемой воды, ставятъ въ термостатъ при 37° Ц. и записываютъ объемы образующагося при броженіи газа въ указанные выше сроки. По скорости образованія и объемамъ газа производится сужденіе о степени загрязненія воды послѣдующей схемѣ:

Сильное фекальное загрязненіе, если появляется газообр.	черезъ 5 — 6 ч.
Незначительное „ „ „	черезъ 14 — 15 ч.
Нѣтъ фекальнаго загрязненія, „ „	позднѣе 15 ч.
	газа менѣе 5 куб. сант.
	послѣ 24 часовъ или
	менѣе 9 куб. сант. послѣ
	48 часовъ ¹⁾ .

При существованіи фекальнаго загрязненія проба воды въ 20 куб. сант. образуетъ черезъ 24 часа болѣе 5 куб. сант., а послѣ 48 часовъ—10—14 куб. сант. газа. Если въ теченіе болѣе короткихъ сроковъ образовалось газа больше указанныхъ объемовъ, напр. 14—21 куб. сант. послѣ 48 часовъ, это не типично для фекальнаго загрязненія и о степени загрязненія въ этихъ случаяхъ судятъ на основаніи другихъ признаковъ.

При какой температурѣ дѣлается отсчетъ объемовъ газа, Геннингсономъ не указывается; нужно думать, что при 37°Ц., не вынимая изъ термостата (?). Въ случаѣ сильнаго загрязненія берутъ меньшіе объемы изслѣдуемой воды: 10 или 5 куб. сант., разводя ихъ стерилизованной водой до 20 куб. сант. Способъ Геннингсона нуждается въ провѣркѣ и въ сопоставленіяхъ результатовъ съ результатами, получаемыми по способу Эйкмана, Петрушки-Пуша и по Гёттингенскому способу ²⁾.

¹⁾ Обыкновенно послѣ 24 часовъ въ загрязненныхъ водахъ образуется болѣе 5 куб. сант. газа, а послѣ 48 часовъ — не менѣе 10 — 14 куб. сант. Болѣе быстрое выдѣленіе газа даже и въ большихъ количествахъ, напр. 14 — 21 куб. сант., не типично для фекальнаго загрязненія.

²⁾ Ср. изслѣдованія прив. доц. П. В. Бутягина. О газообмѣнѣ бактерій. Вып. I, и Вып. II, 1908 г. г. Томскъ. Изъ бактериологическаго института имени Ивана и Зинаиды Чуринныхъ при И. Томскомъ Университетѣ.

Нахождение въ водѣ нѣкоторыхъ патогенныхъ микроорганизмовъ.

Во время водныхъ эпидемій бактериологическое изслѣдованіе воды чаще всего направляется на открытіе брюшнотифозной палочки Эберта, холернаго вибриона и рѣдко на открытіе дезинтерійной палочки Чига и палочки сибирской язвы.

Нахождение тифозной палочки.

Найти тифозную палочку (*bac. thyphi abdominalis* Эберта) въ питьевой водѣ представляется пока задачей весьма трудной и среди десятковъ тысячъ изслѣдованій воды, опубликованныхъ по настоящее время, случаевъ нахожденія ея насчитывается только около 25 (Горовицъ-Власова)¹⁾. Зависитъ ли это отъ несовершенствъ предложенныхъ методовъ для открытія этого микроорганизма, или отъ измѣненія типичныхъ свойствъ тифозной палочки подъ вліяніемъ пребыванія ея въ питьевой водѣ до полного отмиранія, или отъ обѣихъ причинъ вмѣстѣ, рѣшить пока не представляется возможнымъ. Во всякомъ случаѣ къ каждой положительной находкѣ тифозной палочки въ питьевой водѣ необходимо относиться всегда критически, со строгой провѣркой полученныхъ результатовъ. Ниже описанные методы даютъ достаточно точекъ опоры изслѣдователю, чтобы отличить найденный микроорганизмъ, если это типичная тифозная палочка, отъ сходныхъ съ нимъ микроорганизмовъ, напр. отъ паратифозныхъ и отъ кишечной палочки.

Для выдѣленія тифозной палочки требуется обрабатывать большія объемы воды—отъ 1—5 литровъ. Примѣняются для этой цѣли способы обогащенія, основанные на осажденіи микроорганизмовъ; способы, основанные на фильтрованіи большихъ количествъ воды черезъ фильтры Шамберляна или Беркефельда и засѣваніе на питательныя среды, задерживающія ростъ другихъ бактерій.

1. Способы, основанные на осажденіи.

Принципъ. Эти способы основаны на образованіи хлопчатыхъ осадковъ, вмѣстѣ съ которыми осаждаются и бактеріи.

¹⁾ Л. М. Горовицъ-Власова. Бактеріологическое изслѣдованіе воды. 1916 г. Отд. отт.

1. Способъ Фиккера.

Къ 1 литру испытуемой воды, налитой въ стеклянный высокій стерилизованный цилиндръ, подщелоченной 4 куб. сант. 10% стерилизованнаго раствора соды, прибавляютъ 3,5 куб. сант. 10% стерилизованнаго раствора сѣрниокислаго желѣза $[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3]$, хорошо размѣшиваютъ стеклянной палочкой и ставятъ на часъ въ ледяной шкафъ. Этого времени обыкновенно достаточно для осажденія образовавшагося осадка. Если-же за это время часть осадка всплыветъ на поверхность, нужно снова взболтать и дать стоять еще часъ. Послѣ этого оставшіеся взвѣшенными, едва замѣтные хлопья содержатъ только минимальное количество бактерий. Большіе-же хлопья, приставшіе къ стѣнкамъ или случайно оставшіеся на поверхности, быстро осаждаются при легкомъ постукиваніи о стѣнку. Отстоявшуюся воду осторожно сливаютъ или отсасываютъ сифономъ, причемъ осадка остается около 40 куб. сант. Остатокъ разливаютъ въ 4 стерилизованныя центрифужныя пробирки и центрифугируютъ 2 минуты на электрической центрифугѣ. Изъ пробирокъ верхній прозрачный слой сливаютъ; на днѣ остается очень плотный осадокъ. Осадокъ растворяютъ въ нейтральномъ 25% стерилизованномъ растворѣ виннокислаго калия $[\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6\text{K}_2]$, прибавляя сначала его до полъ-объема, а затѣмъ каплями до растворенія видимаго глазомъ осадка. Въ виду того, что осадокъ очень компактный, размѣшиваютъ его платиновой иглой и сильно встряхиваютъ, пробирки затыкаютъ прокипяченными обыкновенными или каучуковыми пробками.

Весь растворенный осадокъ сливаютъ въ одну стерилизованную пробирку и стерилизованной пипеткой переносятъ отъ 1 куб. сант. до 0,25 куб. сант. раствора на чашки Петри съ агаромъ Конради-Дригальскаго и Эндо. Размазывая перенесенную жидкость по поверхности агара стеклянной колѣнчатой палочкой, оставляютъ высохнуть и ставятъ въ термостатъ при 37° на 20—44 часа, послѣ чего наблюдаютъ ростъ колоній ¹⁾.

2. Способъ Валле, измѣненный Шюдеромъ.

Къ литру испытуемой воды въ высокихъ стерилизованныхъ цилиндрахъ прибавляютъ 10 куб. сант. 7,75% раствора сѣрно-

¹⁾ Ficker. Ueber den Nachweis von Typhusbacillen im Wasser durch Fällung mit Eisensulfat. Hygienische Rundschau 1909, № 1.

ватистокислаго натра— $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, хорошо размѣшиваютъ стерилизованной стеклянной палочкой, затѣмъ прибавляютъ 20 куб. сант. 10% раствора азотнокислаго свинца $[\text{Pb}(\text{NO}_3)_2]$. Оставляютъ смѣсь стоять въ темнотѣ при комнатной t° 20—24 часа. Отсасываютъ съ осадка жидкость сифономъ или осторожно сливаютъ. Если осадокъ получается рыхлый, выливаютъ его въ маленькій цилиндръ и даютъ еще постоять. Весь полученный осадокъ растворяютъ въ 7 куб. сант. 100%-наго раствора сѣрноватистокислаго натра, выливаютъ жидкость въ пробирку; черезъ короткое время нерастворившаяся часть опадаетъ на дно.

Стерилизованной пипеткой переносятъ 1,0 до 0,25 куб. сант. раствореннаго осадка на чашки съ агаромъ Конради-Дригальскаго и Эндо. Нерастворившуюся часть осадка также засѣваютъ на чашки ¹⁾).

3. Способъ Мюллера.

Къ 3 литрамъ воды прибавляютъ 5 куб. сант. *Liq. ferri sesquichlorati* (по фармакопее, $\text{Fe}_2\text{Cl}_6 + 10\text{H}_2\text{O}$).

Мюллеръ предполагаетъ, что вода колодцевъ и источниковъ достаточной степени жестокости должна давать осадокъ и безъ подщелачиванія содой.

Осадокъ оставляютъ отстаиваться $\frac{1}{2}$ —1 часъ, отстоявшуюся прозрачную воду сливаютъ, осадокъ профильтровываютъ черезъ стерилизованный бумажный фильтр. Филтрація продолжается отъ $1\frac{1}{2}$ до 2 часовъ. Затѣмъ часть осадка, или весь осадокъ переносится платиновымъ шпателемъ на среду Конради-Дригальскаго и Эндо. Для полученія осадка въ мягкихъ водахъ необходимо прибавлять значительное количество 10% стерилизованнаго раствора соды (д-ръ Пашкина).

При обильномъ осадкѣ (который осѣдаетъ очень быстро) на чашки переносятъ только незначительную часть осадка съ различнымъ успѣхомъ на нѣкоторыхъ чашкахъ выступаетъ масса разнообразныхъ колоній, такъ много, что трудно выдѣлять тифозныхъ; на другихъ—мало и тифозныхъ нѣтъ совсѣмъ ²⁾).

¹⁾ Heim. Lehrbuch der Bakteriologie, 1906.—Federoff. Ueber den Nachweis des Bacterium Coli im Wasser durch die Fällungsmethode. Archiv f. Hygiene 1909. Bd. 70.—Hilgermann. Der Nachweis der Typhusbacillen im Wasser mittels der Eisenfällungsmethoden. Archiv f. Hygiene Bd. 59. 1906.

²⁾ Müller. Ueber Nachweis von Typhusbacille im Trinkwasser mittels chemischer Fällungsmethode, insbesondere durch Fällung mit Eisenoxychlorid. Z. f. Hygiene, 1905. Bd. 51. S. 1.

4. Способъ Фейстмантеля.

Къ каждому литру воды прибавляютъ 10 куб. сант. 1⁰/₀ раствора соды и затѣмъ, сильно размѣшивая, 5 куб. сант. 10⁰/₀ раствора квасцовъ (измѣрительный сосудъ для квасцовъ долженъ быть свободенъ отъ соды) и оставляютъ стоять 2—3 ч. въ темномъ мѣстѣ. За это время осаждается хлопьевидный осадокъ (приблизительно 80—100 куб. сант.). Сливъ прозрачный слой воды, осадокъ переливаютъ въ меньшій цилиндръ и выдерживаютъ въ темнотѣ при комнатной т° еще часа 2—3. Получаютъ до 30 куб. сант. осадка, который и переносятъ на чашки со средой Кон-ради-Дригальскаго и Эндо стерилизованной пипеткой отъ 1,0 до 25 куб. сант. на каждую ¹⁾).

Всѣ вышеописанные способы осажденія, предложенныя для нахожденія тифозной палочки въ водѣ были испытаны въ нашей лабораторіи и изъ нихъ оказался наиболѣе удобнымъ и хорошимъ способъ Фиккера (Н. И. Пашкина ²⁾).

Способы, основанные на осажденіи специфической сывороткой.

Биологическіе способы осажденія тифозной палочки посредствомъ иммунной сыворотки предложены одновременно д-мъ Виндельбандтомъ ³⁾ и Альтшулеромъ ⁴⁾; эти способы широкаго примѣненія въ санитарной практикѣ не нашли и потому неописываются. Интересующихся отсылаемъ къ подлинной литературѣ.

Способъ д-ра Виндельбандта въ видоизмѣненіи проф. Е. Шепи-левскаго.

Къ 50 куб. сант. мясопептоннаго бульона въ Эрленмейеровскую колбу приливаютъ 10—20 куб. сант. нестерилизованной обыкновенной воды, въ которой размѣшано определенное количество агаровой или бульонной культуры тифозной палочки и ставятъ въ термостатъ при 37° Ц. на 24 часа ⁵⁾. Помутнѣвшій бульонъ для удаленія хлопьевъ фильтруютъ черезъ вату въ особыя пробирки

¹⁾ Feistmantel, Trinkwasser und Infectiouskrankheiten. 1907.

²⁾ Врачебная Газета, 1911 г., янв., № 4.

³⁾ Русский Врачъ, 1902 г. № 19.

⁴⁾ Zentralbl. f. Bakteriologie, 1 Abt., Orig. xxxiii, S. 741, 1902.

⁵⁾ Ibid. S. 398.

съ оттянутыми въ видѣ булавы нижними концами и прибавляютъ къ фильтрату нѣсколько капель сильно агглютинирующей тифозной сыворотки, а именно такой, чтобы она при разведеніи 1:12000 вызывала еще тотчасъ-же явленія агглютинаціи. Такую сыворотку прибавляютъ съ такимъ расчетомъ, чтобы она разбавлялась бульономъ въ 1000—1500 разъ. Послѣ прибавленія сыворотки пробирки ставятся на 2—3 часа въ термостатъ и затѣмъ центрифугируются въ теченіе 2 мин. при 800—900 оборотахъ въ 1 минуту. На дно пробирокъ выпадаетъ характерный довольно плотный осадокъ агглютинированныхъ тифозныхъ бактерій, съ котораго жидкость сливаютъ черезъ края пробирокъ по возможности всю, затѣмъ вливаютъ для размельченія хлопьевъ изъ тифозныхъ бактерій растворъ поваренной соли съ мелкими стеклянными шариками и осторожнымъ встряхиваніемъ получаютъ эмульсію, которую и засѣваютъ штрихами стеклянной палочкой на 3—4 чашки Петри съ 3%-нымъ агаромъ съ прибавленіемъ 0,004% лакмоида и 1,5% молочнаго сахара. Черезъ 24 часа на поверхности питательной среды вырастаютъ тифозныя колоніи, окрашенныя въ нѣжный голубой цвѣтъ, кругловатой или овальной формы, которая въ болѣе старыхъ культурахъ измѣняется въ типичную форму винограднаго листа съ грязножелтой центральной частью.

Этимъ способомъ авторамъ удавалось открыть тифозныхъ палочекъ въ питьевой водѣ при разведеніи 1 петли тифозной культуры въ 100000 литрахъ воды. Все опредѣленіе длится не менѣе 2 сутокъ.

Нѣсколько позднѣе былъ предложенъ также основанный на агглютинаціи способъ нахожденія тифозныхъ палочекъ въ водѣ Шантмессомъ ¹⁾.

II. Способы, основанные на фильтраціи воды черезъ фильтры, задерживающіе бактерій.

Способъ Е. Гессе.

Принципъ. Изслѣдованіе задержанныхъ фильтромъ изъ воды осадковъ съ цѣлью нахожденія въ немъ тифозной палочки впервые было предложено Клейномъ ²⁾, а затѣмъ Шантме-

¹⁾ Bulletin de l'Academie de medecine, 1902, Juli, № 27.

²⁾ Ann. Report of the Local Government Board. 1893—1894, Suppl. p. 47. Baumgartens Jahresbericht. 1895, Bd. XI.

сомъ ¹⁾, но разработано въ методъ Е. Гессе ²⁾. При этомъ Клейнъ пользовался фильтромъ Беркефельда, а Шант-мессъ предложилъ фильтр-свѣчу Шамберляна; Гессе пользуется для этой цѣли маленькимъ военно-полевымъ фильтромъ Беркефельда, черезъ который просасываетъ опредѣленный объемъ изслѣдуемой воды съ помощью насоса, а по окончаніи фильтрованія сильнымъ обратнымъ токомъ стерилизованнаго 0,8% хлористаго натра отмываетъ осадокъ и бактерій съ фильтра. Для лучшей задержки фильтромъ бактерій предварительно фильтруютъ черезъ фильтръ солевой растворъ съ прибавленіемъ небольшого количества мелкой инфузорной земли (кизельгура). Вилльфуръ ³⁾ просасываетъ воду черезъ маленькій фильтръ Беркефельда, вставленный въ открытый сверху стеклянный цилиндръ.

Ходъ изслѣдованія. Стерилизованный вмѣстѣ со стекляннымъ цилиндромъ фильтръ текучимъ паромъ вставляютъ въ каучуковую пробку колбы, употребляемой для фильтрованія при уменьшенномъ давленіи (рис. 11, стр. 39), и соединяютъ боковой отростокъ колбы съ обыкновеннымъ водоструйнымъ насосомъ и просасываютъ 100 куб. сант. 0,8%-наго кипящаго раствора поваренной соли, въ которомъ было прибавлено 0,1 грм. инфузорной земли и кипятилось 15 минутъ. Передъ каждымъ вливаніемъ смѣсь хорошо взбалтывается. По окончаніи этой операціи профильтровываютъ 1 — 2 литра изслѣдуемой воды и затѣмъ вынимаютъ фильтръ съ цилиндромъ изъ пробки колбы, нижній его конецъ соединяютъ съ нагнетательнымъ насосомъ съ помощью толстостѣнной каучуковой трубки и пускаютъ обратный токъ стерилизованнаго раствора поваренной соли, который отмываетъ съ наружной поверхности слой инфузорной земли вмѣстѣ съ задержанными бактеріями, при чемъ должно пройти обратно весьма мало жидкости (не болѣе 2 куб. сант.). Эта жидкость вмѣстѣ со смытымъ съ фильтра осадкомъ распредѣляется по чашкамъ Петри со средой Дригальскаго, высушивается и выросшія колоніи считаются и изслѣдуются по общимъ правиламъ.

Бывшій въ употребленіи фильтръ очищается подъ токомъ воды щеткой, вставляется затѣмъ въ стеклянный цилиндръ, заверты-

¹⁾ Gaz. hebdomadaire de médecine et de chirurgie, 1901, № 46.

²⁾ E. Hesse. Zeitschr. f. Hyg. und Infektionskrankheiten, 1911, Bd. 69, S. 522.

³⁾ Mitteilungen aus d. Königl. Landessanitätsanstalt für Wasserhygiene, 1914, H. 18, S. 33.

вается въ фильтровальную бумагу и стерилизуется текущимъ паромъ.

К а ш и н с к і й ¹⁾ предложилъ не смывать съ фильтра осадки, а весь фильтр цѣликомъ погружать въ жидкую питательную среду, благопріятствующую развитію тифозныхъ палочекъ.

Способъ Гессе провѣрялся на культурахъ кишечныхъ палочекъ, размѣшанныхъ въ физиологическомъ растворѣ поваренной соли и далъ удовлетворительные результаты [Ф и к к е р ъ ²⁾, В и л л ѣ ю р ѣ ³⁾].

Фильтрацію можно комбинировать со способами осажденія микробовъ (Миллеръ, Нитеръ).

III. Способы, основанные на посѣвѣ на среды, подавляющіе ростъ сапрофитныхъ водныхъ бактерій.

Къ обычнымъ питательнымъ средамъ прибавляютъ вещества, угнетающія ростъ сапрофитныхъ бактерій.

Въ качествѣ веществъ, угнетающихъ ростъ сапрофитовъ, нашли себѣ примѣненіе анилиновыя краски: кристаллическая фіолетовая въ средѣ Дригальскаго, малахитовая зеленая кристалл. краска (двойная соль съ хлористымъ цинкомъ) въ средахъ Лефлера, Ленца и Тица; брильянтовая зеленая и пикриновая кислота предложены Конради.

Кромѣ того предложень коффеинъ (Ротъ, Фиккеръ и Гофманъ) и желчь или соли желчныхъ кислотъ (Фишеръ, Кайзеръ и друг.). Предложены еще и комбинаціи вышеуказанныхъ веществъ въ одной средѣ, напр. малахитовой зелени съ желчными солями въ средѣ Падлевскаго.

Схема изслѣдованія воды на тифозную палочку.

Для полученія удачныхъ результатовъ рекомендуется комбинировать вышеописанные способы обогащенія съ посѣвами на избирательныя среды и съ изученіемъ чистыхъ культуръ въ слѣдующемъ порядкѣ:

1) Осадить изъ возможно большого объема изслѣдуемой

¹⁾ Kaszynski. Zeitschr. f. Hygiene, 1913, Bd. 74, S. 188.

²⁾ Ibid. 1913, Bd. 75, S. 147.

³⁾ G. Willführ. Mitteilungen aus der Königlichen Landesanstalt f. Hygiene. 1914, N. 18, S. 33.

воды по способу Фиккера или другихъ авторовъ (способы I) или профильтровать (способы II).

2) Полученные осадки размазать по средѣ съ малахитовой зеленью, напр. на агаръ съ нутрозой Лёфлера (1).

3,а) Пересадить выросшія подозрительныя колоніи петлей въ растворъ Лёфлера (2) и

4,а) Пересадить черезъ 24 часа пребыванія въ термостатъ при 37° Ц. изъ тѣхъ пробирокъ, въ которыхъ произошло свертываніе, на обыкновенный агаръ, или среду Дригальскаго;

3,б) Смываютъ колоніи, выросшія на средѣ съ малахитовой зеленью (п. 2) стерилизованнымъ 0,8%-нымъ растворомъ поваренной соли и

4,б) Засѣваютъ взвѣсь на средѣ Дригальскаго или Эндо.

5) Дѣлаютъ съ подозрительными колоніями въ висячей каплѣ пробу на агглютинацію съ сывороткой въ разведеніи 1 : 100;

6) Если предыдущая проба дала положительный результатъ, эту колонію пересаживаютъ на косой агаръ и затѣмъ съ ней продѣлываютъ по всѣмъ правиламъ пробу на агглютинацію съ болѣе разведенной сывороткой (1 : 10.000), а затѣмъ продѣлываютъ всѣ другія, отличительныя реакціи, указанныя въ таблицѣ (см. табл. на стр. 326 и 327).

Нахожденіе холернаго вибриона.

Относительно изслѣдованія воды на холерный вибрионъ имѣются официально установленные способы, а также и приемы, съ помощью которыхъ выдѣленные изъ воды (и другого матеріала) вибрионы отличаются отъ цѣлаго ряда холероподобныхъ вибрионовъ, живущихъ въ водѣ¹⁾.

Принципъ. Изслѣдуемую воду смѣшиваютъ съ пептонной водой и обогащаютъ холерными вибрионами въ термостатъ при 37° Ц. въ теченіе 8 — 24 часовъ. По истеченіи этихъ сроковъ холерные вибрионы, если таковые въ водѣ были, размножаются, всплываютъ на поверхность и образуютъ пленку, изъ которой и берутъ матеріалъ для посѣва на агаръ, а съ послѣдняго выдѣ-

¹⁾ См. напр. въ приложеніи наше наставленіе, а также герм. наставленіе къ борьбѣ съ холерой. Русск. пер. 1906 г. изд. К. Риккера. Д-ръ Лорисъ-Меликовъ. Практическія занятія по холерѣ. 1909 г. Изд. К. Риккера (б. ассист. Гиг. лабор. И. Клин. Инст. В. Кн. Елены Павловны).

ляют по морфологическим признакам подозрительныя колоніи и изслѣдуютъ ихъ въ чистыхъ культурахъ.

Питательныя среды. 1) Пептонная вода (основной растворъ) готовится слѣдующимъ образомъ: къ 1 литру дистиллированной воды прибавляютъ при нагрѣваніи 100 грм. сухого пептона Витте, 100 грм. поваренной соли, 1 грм. азотнокислаго кали и 2 грм. кристаллическаго углекислаго натра ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$); фильтруютъ, разливаютъ въ колбы по 100 куб. сант. и стерилизуютъ. Для полученія пептонной воды основной растворъ разводится 1 : 9.

2) Желатина Коха.

а) Приготовление мясопептоннаго бульона: $\frac{1}{2}$ килограмма мяса безъ жира, купленнаго кускомъ и измельченнаго въ лабораторіи, смѣшивается съ 1 литромъ воды, настаивается въ теченіе 24 часовъ на холоду или въ теченіе часа при 37° и выжимается сквозь чистую тряпку. 1 литръ этого мясного настоя смѣшивается съ 10 грм. пептона (*Peptonum siccum Witte*) и 5 грм. поваренной соли, варится въ теченіе получаса, нейтрализуется растворомъ соды, варится $\frac{3}{4}$ часа, послѣ чего фильтруется.

б) Приготовление желатины: къ 1 литру мясопептоннаго бульона прибавляютъ 100 гр. желатины, разжиженной при умѣренномъ нагрѣваніи. Полученная смѣсь доводится до щелочной реакціи; нужная щелочность достигается прибавленіемъ 3 куб. сант. десятипроцентнаго раствора кристаллическаго углекислаго натра на каждые 100 куб. сант. желатины, послѣ того какъ уже установлена при помощи лакмуса нейтральная реакція; затѣмъ все нагрѣвается въ теченіе $\frac{3}{4}$ часа въ текущемъ парѣ и фильтруется.

3) Агаръ - агаръ. Къ литру мясопептоннаго бульона (2, а) прибавляютъ 30 грм. агара, доводятъ до щелочной реакціи, какъ при приготовленіи желатины (2, б), соотвѣтственно долго кипятятъ и фильтруютъ.

I. Производство реакціи агглютинаціи. Наибольше доказательная реакція:

а) Въ висячей каплѣ (въ 0,8 процентномъ растворѣ поваренной соли) при слабомъ увеличеніи, растворъ долженъ быть совершенно прозрачнымъ. При прибавленіи специфической сыворотки въ двухъ различныхъ концентраціяхъ должны появиться ясныя скопленія бактерій тотчасъ-же, самое позднее послѣ двадцати минутнаго пребыванія въ термостатѣ при 37° . Для контроля слѣдуетъ поставить тотъ-же опытъ, но взявъ сыворотку отъ нормаль-

наго животнаго того-же вида, но при концентраціи въ 10 разъ большей, и результатъ сравнить съ полученнымъ въ первомъ случаѣ. При этомъ способѣ изслѣдованія слѣдуетъ имѣть въ виду, что существуетъ родъ вибрионовъ, которые такъ трудно распределяются въ висячей каплѣ, что ихъ легко смѣшать съ агглютинировавшимися бактеріями.

б) Количественное опредѣленіе способности агглютинироваться. Изъ агглютинирующей сыворотки готовятъ разведенія въ 0,8% растворѣ поваренной соли въ отношеніи 1:50, 1:100, 1:500, 1:1000 и 1:2000 и, чтобы получить совершенно прозрачные растворы, фильтруютъ черезъ прокаленный фильтр. Изъ этихъ разведеній берутъ по 1 куб. сант. въ пробирки и прибавляютъ въ нихъ по 1 петлѣ испытуемой агарной культуры, которую распределяютъ равномерно посредствомъ встряхиванія. Послѣ часового пребыванія въ термостатѣ при 37° пробирки вынимаютъ и осматриваютъ; лучше всего держать ихъ въ наклонномъ положеніи и разсматривать снизу сквозь слабое увеличительное стекло, при отраженномъ дневномъ свѣтѣ. Реакцію слѣдуетъ только тогда считать положительной, если появились несомнѣнные бактеріальныя скопленія.

При изслѣдованіи должны быть продѣланы контрольныя реакціи, а именно:

- 1) Съ изслѣдуемой культурой и съ нормальной сывороткой животнаго того-же вида, но взятой въ 10 разъ болѣе сильной концентраціи.
- 2) Съ той-же разводкой и жидкостью, служившей для разведенія.
- 3) Съ завѣдомо холерной разводкой того-же возраста, какъ изслѣдуемая разводка и съ специфической сывороткой.

II. Производство реакціи Исаева-Пфейфера. Употребляемая для этого сыворотка должна быть возможно высокаго качества, необходимо, чтобы, при вспрыскиваніи 0,0002 грм. сыворотки въ смѣси съ одной петлей (1 петля=2 млгр.) 18-ти часовой холерной агарной культуры опредѣленной вирулентности въ 1 куб. сант. питательнаго бульона, въ брюшную полость морской свинки, холерныя бактеріи уже въ теченіе часа подверглись зернистому распаду, поэтому титръ сыворотки долженъ быть не слабѣе 0,0002 грм. (1:5000).

Для Пфейферовской реакціи необходимы 4 морскія свинки, вѣсомъ по 200 грм.

Животное А получаетъ пять единицъ титра, слѣдовательно 1 миллигр. сыворотки, съ титромъ 0,0002.

Животное В получаетъ десять единицъ титра слѣдовательно 2 миллигр. сыворотки.

Животное С служитъ контрольнымъ животнымъ и получаетъ 50 единицъ титра, слѣдовательно 10 миллигр. нормальной сыворотки животнаго того-же вида, отъ котораго происходитъ сыворотка, употребленная для животныхъ А и Б.

Всѣмъ животнымъ одновременно впрыскиваютъ въ брюшную полость эти порціи сыворотки, смѣшанныя съ одной петлей изслѣдуемой культуры, развившейся въ теченіе 18 часовъ при 37° на агарѣ въ одномъ куб. сантиметрѣ мясного бульона (не въ растворѣ поваренной соли или пептона).

Животное D получаетъ только $\frac{1}{4}$ —1 петлю холерной культуры въ брюшную полость для доказательства вирулентности культуры для морскихъ свинокъ.

Для впрыскиванія употребляютъ шприцъ съ тупымъ концомъ. Впрыскиваніе въ брюшную полость производится послѣ надрѣзыванія наружной кожи; тогда шприцъ легко вводится въ брюшную полость. Взятіе эксудата брюшной полости производится посредствомъ волосныхъ трубокъ. Изслѣдованіе эксудата дѣлается въ висячей каплѣ при сильномъ увеличеніи и спустя 20 минутъ или часть послѣ впрыскиванія.

У животныхъ А и В должны явиться 20 минутъ, самое позднее черезъ часъ, типичныя зернистыя скопленія или распадъ вибрионовъ, въ то время, какъ у животныхъ С и D должны быть на лицо множество живыхъ, движущихся и хорошо сохранившихъ свою форму бактерій. Этимъ provѣряется діагнозъ.

Для установленія протекшихъ холерныхъ случаевъ у человека реакція Пфейфера производится въ слѣдующемъ видѣ:

Приготавливаются разведенія сыворотки подозрительнаго лица съ 20, 100 и 500 чч. мясного бульона; изъ этого берется по 1 куб. сант. на 1 петлю 18-ти часовой агарной культуры вирулентныхъ холерныхъ вибрионовъ и впрыскивается въ брюшную полость морской свинки, вѣсомъ въ 200 грм. Контрольному животному впрыскивается въ брюшную полость $\frac{1}{4}$ —1 петля подобной культуры, разведенной въ 1 куб. сант. мясного бульона безъ сыворотки.

При положительной реакціи черезъ 20—60 минутъ слѣдуетъ признать, что подлежащее изслѣдованію лицо, отъ котораго бралась сыворотка, перенесло холеру.

Реакція Пфейфера часто не удається вслѣдствіе малой вирулентности выдѣленныхъ изъ воды холерныхъ вибрионовъ (В. Яковлевъ) ¹⁾.

Ходъ изслѣдованія. По меньшей мѣрѣ 1 литръ воды, подлежащей изслѣдованію, смѣшивается съ 100 куб. сант. пептоннаго раствора и основательно взбалтывается; затѣмъ разливается въ колбочки, вмѣстимостью по 100 куб. сант. и, послѣ 12-ти часового пребыванія въ термостатѣ при 37°, изслѣдуется въ такомъ порядкѣ: сначала приготавливаются изъ капельки, взятой изъ верхняго слоя, микроскопическіе препараты и изъ той колбы, которая по микроскопическому изслѣдованію будетъ содержать наибольшее количество вибрионовъ, дѣлаются посѣвы въ пептонную воду и на желатиновые и агарныя пластинчатые разливы. Для изслѣдованія чистыхъ культуръ примѣняется реакція агглютинаціи и проба Исаева-Пфейфера.

1) Микроскопическое изслѣдованіе. Изслѣдованіе производится въ висячей каплѣ изъ пептонной воды тотчасъ и послѣ получасового пребыванія въ термостатѣ при 37°; безъ окраски и въ окрашенномъ видѣ.

2) Пластинчатые разливы желатины. Количество посѣва на первую чашку—одна петля; при второмъ и третьемъ разведеніи переносится по три петли. Посѣять двѣ серіи по три пластинки. Послѣ 18-часового роста въ термостатѣ при 22° чашки изслѣдуются при слабомъ увеличеніи. Изъ проросшихъ чашекъ приготавливаются препараты (Klatschpräparat) съ поверхности желатины и препараты отвитыхъ чистыхъ культуръ (о приготовленіи желатины см. стран. № 1).

3) Пластинчатые разливы агара. До прививки пластинчатую прививку агара должно продержать въ теченіе получаса открытой поверхностью внизъ въ термостатѣ при 37° Ц. Количество посѣва одна петля; она наносится штрихами въ клѣтку послѣдовательно на поверхность 3 пластинокъ. Для большей увѣренности посѣвъ этотъ лучше повторить дважды. Вмѣсто этого можно поступить инымъ образомъ, именно одну петлю матеріала для посѣва размѣшиваютъ въ 5 куб. сант. кровяной сыворотки и отсюда переносятъ по одной петлѣ на каждую пластинку, въ послѣднемъ случаѣ достаточно трехъ пластинокъ. Послѣ 12—18-ти

¹⁾ В. И. Яковлевъ. Вода и водоочищеніе. Отд. оттискъ.

часового пребыванія въ термостатѣ при 37° изслѣдовать, какъ указано въ 2) (о приготовленіи агара см. стран. № 2).

4) Прибавленіе въ пептоновую воду производятъ:

а) въ пробиркахъ вмѣстимостью въ 10 куб. сант. Количество посѣва 1 петля, число пробирокъ 6; изслѣдовать микроскопически послѣ 6—12 часового пребыванія въ термостатѣ при 37°, брать пробу, не встряхивая пробирки; изъ одной пробирки, наиболѣе подозрительной по содержанію холерныхъ бактерій, прививаютъ для дальнѣйшаго изслѣдованія въ три пробирки съ пептонной водой по одной петлѣ, взятой съ поверхности; засѣваютъ по одной серіи пластинчатыхъ разливокъ желатины и агара. Пептонныя пробирки слѣдуетъ передъ прививкой подогрѣть въ термостатѣ при 37° Ц.

б) Въ колбочкахъ съ 50 куб. сант. пептонной воды. Количество посѣва 1 куб. сант., число колбочекъ — одна; изслѣдовать послѣ 6—12-часового пребыванія въ термостатѣ, какъ указано въ а. (О приготовленіи пептонной воды см. прибавленіе № 3).

5) Полученіе чистыхъ культуръ. Съ пластинокъ съ агаромъ вылавливаются предполагаемыя холерныя колоніи и пересѣваются уколомъ на желатину и штрихомъ на косой агаръ.

6) Изслѣдованіе чистыхъ культуръ. Къ чистымъ культурамъ примѣняютъ: а) реакцію агглютинаціи, б) феноменъ Пфейфера и в) реакцію связыванія комплемента.

III. Посѣвъ на избирательную среду Дьедонне. Среда Дьедонне состоитъ изъ смѣси кровяной сыворотки съ агаромъ, содержащей 0,6% ѣдкой щелочи. Холерный вибрионъ на этой средѣ растетъ пышно, а кишечныя палочки и другія бактеріи, вырабатывающія кислоты, не произрастаютъ или растутъ вяло¹⁾.

Приготовленіе среды. Собираютъ въ стерильный сосудъ съ стеклянными бусами бычачью кровь, взбалтываютъ $\frac{1}{2}$ часа до полного выпаденія фибрина, затѣмъ къ дефибринированной крови прибавляютъ равный объемъ нормальнаго ѣдкаго кали (56 грм. КОН въ 1 литрѣ воды) и стерилизуютъ текучимъ паромъ. Этого, почти неопредѣленно стойкаго, раствора прибавляютъ по мѣрѣ надобности къ нейтральному агару въ отношеніи 30 куб. сант. на 70 куб. сант. агара. Эта смѣсь разливается въ чашки Петри

1) Dieudonné. Blutabkaliagar, ein Elekionährboden für Choleavibrionen. Zentralblatt f. Bakt., I Abt., Orig. 50, 107, 1909.

и въ теченіе 30 минутъ высушивается при 60° Ц., при этомъ выдѣляются значительныя количества амміака, вредящаго росту холернаго вибріона. По этой причинѣ среда Дьедонне не должна примѣняться для посѣвовъ холерныхъ вибріоновъ ранѣе 24 часовъ послѣ ея высушиванія, а лучше—еще черезъ болѣе длинный промежутокъ времени.

Выросшія на этой средѣ холерныя колоніи имѣютъ весьма крупныя размѣры, совершенно круглую съ гладкими краями форму, при проходящемъ свѣтѣ прозрачны, какъ стекло; при падающемъ свѣтѣ—сѣраго цвѣта.

Среда Дьедонне уже пріобрѣла широкое примѣненіе въ практикѣ распознаванія холерныхъ вибріоновъ, особенно въ испражненіяхъ холерныхъ больныхъ. Какъ мы имѣли случай убѣдиться во время командировки на ю.-западный фронтъ лѣтомъ 1915 года для организаціи мѣръ борьбы съ эпидеміями среди бѣженцевъ, примѣненіе среды Дьедонне значительно ускоряетъ діагностику холерныхъ случаевъ и даетъ надежныя результаты, особенно въ комбинаціи съ другими способами діагностики. Объ этой средѣ имѣются одобрительныя отзывы со стороны многихъ специалистовъ (А. Н. Бердниковъ, Гунтемюллеръ и др.).

Признаки холернаго вибріона Коха. Выдѣленный съ помощью вышеописанныхъ пріемовъ вибріонъ можно съ положительностью признать за истинно холерный (*v. cholerae*) только въ томъ случаѣ, если онъ обладаетъ слѣдующими признаками и свойствами:

1) представляетъ короткую изогнутою въ видѣ „запятой“ палочку, длиной 1,5 μ и толщиной въ 0,3—0,4 μ , двигающуюся посредствомъ одного длиннаго жгутика весьма живо въ висячей каплѣ, на подобіе комаровъ-толкунцевъ; споръ не образуетъ, по Граму не окрашивается, но хорошо окрашивается фуксино-карболовымъ растворомъ Циля, разведеннымъ 1:10. Лучшее всего холерный вибріонъ растетъ при t^{10} 30—39° Ц. (черезъ 6—8 часовъ); при t° 20—22° Ц. колоніи дѣлаются замѣтными только черезъ 20—24 часа и, наконецъ, при t^{10} 10—12° Ц.—роста его не замѣчается; развивается хорошо при обильномъ доступѣ кислорода, но можетъ развиваться и въ бескислородной средѣ (Гюппе, Любинскій); любитъ щелочныя среды и образуетъ холерный ядъ.

2) на агарѣ образуетъ нѣжныя круглыя колоніи съ голубоватымъ оттѣнкомъ, опалесцирующія при проходящемъ свѣтѣ; на

косомъ агарѣ даетъ сочный, блестящій съ голубоватымъ отливомъ налетъ.

3) На желатинѣ Коха образуются сначала круглыя колоніи, которыя вслѣдствіе разжиженія ими желатины принимаютъ неправильныя контуры. При посѣвѣ на желатину холернаго вибріона уколомъ, черезъ сутки при t^{00} 20—22° Ц. вдоль всего укола вырастаютъ колоніи въ видѣ сѣрвовой нитки и желатина съ поверхности начинаетъ разжижаться въ формѣ воронки, которая постепенно удлиняется вдоль укола; въ концѣ концовъ вся желатина разжижается и колоніи падаютъ на дно пробирки.

4) На картофелѣ образуетъ сѣрвато-коричневый, слегка тягучій, сочный, блестящій налетъ.

5) На пептонной водѣ, которая служитъ спеціальной средой для полученія чистой культуры холернаго вибріона, послѣдній развивается быстро, всплываетъ на поверхность за кислородомъ воздуха и образуетъ пленку, изъ которой легко выдѣляется въ чистой культурѣ.

6) Даетъ красную окраску отъ прибавленія сѣрной кислоты къ культурѣ на пептонной водѣ вслѣдствіе образованія нитрозоиндола изъ индола, образуемаго культурой и азотистой кислоты, которая образуется изъ азотнокислаго калия подъ вліяніемъ возстановливающаго дѣйствія холернаго вибріона (азотнокислый калий входитъ въ составъ пептонной воды).

7) Даетъ въ 18-часовой культурѣ агглютинацію съ специфической сывороткой въ разведеніяхъ не крѣпче 1:1000, 1:2000, такъ какъ водные холерноподобные вибріоны вызываютъ агглютинацію при разведеніяхъ отъ 1:50 до 1:500.

8) Даетъ феноменъ Исаева-Пфейфера (не всегда).

9) На средѣ Дьедонне даетъ крупныя колоніи, совершенно круглыя съ гладкими краями, прозрачныя, какъ стекло при проходящемъ и сѣрыя—при падающемъ свѣтѣ.

Наибольшее діагностическое значеніе имѣетъ реакція агглютинаціи, а затѣмъ уже остальные. Если выдѣленный вибріонъ не даетъ реакцію агглютинаціи при разведеніи сыворотокъ 1:1000 и 1:2000, тождество его съ холернымъ вибріономъ остается всегда сомнительнымъ, хотя-бы остальные реакціи съ нимъ получились положительныя.

Нѣкоторые авторы къ перечисленнымъ реакціямъ присоеди-
няютъ еще пробу на связываніе комплемента ¹⁾.

Полный качественный бактериологическій анализъ, т. е. выдѣленіе всѣхъ микроорганизмовъ даннаго водоема въ чистыя культуры и опредѣленіе каждаго микроорганизма и его мѣста въ систематикѣ, какъ было уже сказано (стр. 15), въ санитарной практикѣ примѣняется пока весьма рѣдко. Насколько намъ извѣстно, при обследованіи нашихъ водоемовъ съ цѣлями санитарными такое полное бактериологическое обследованіе было произведено только въ Ладожскомъ озерѣ ²⁾ и въ Невской губѣ, т. е. той части Финскаго залива, которая находится между устьемъ Невы и о. Котлиномъ ³⁾.

Рецепты для приготовленія нѣкоторыхъ изъ упомяну- тыхъ выше питательныхъ средъ.

Лакмусовый агаръ съ сахаромъ.

Среда предложена Дригальскимъ и Конради.

1) 750 грм. мелкоизрубленнаго мяса настаиваютъ на холоду съ 1000 куб. сант. воды, затѣмъ отжимаютъ, доводятъ объемъ мясной вытяжки до 1 литра (или готовятъ литръ 1%-наго раствора экстракта Либиха) и прибавляютъ:

пептона Витте 10 грм.

нутрозы 10 „

поваренной соли 5 „

¹⁾ Подр. и лит. см. Л. М. Горовицъ. Къ вопросу о біологіи холерныхъ вибрионовъ. 1911 г. Отт. изъ, Архива Біологич. Наукъ. Т. XVI, Вып. 5. В. И. Недригайловъ. Холера. Медицинская микробиологія Т. II, стр. 380 и слѣд.

²⁾ Е. Н. Болохонцевъ и М. Д. Гриммъ. Бактеріологическія изслѣдованія воды Ладожскаго озера; въ изд. Комисс. по изысканіямъ и изслѣдованіямъ Ладожскаго озера и ключевыхъ источниковъ: Ладожское озеро, какъ источникъ водоснабженія гор. С.-Петербурга. Часть санитарная. 1911 г., стр. 97—167.

³⁾ Д-ръ мед. Л. М. Горовицъ. Результаты качественного бактериологическаго изслѣдованія воды Невской губы въ изд. Гор. Исп. Коммис. по сооруженію канализаціи и переустр. водоснабженія гор. С.-Петербурга: см. Матеріалы по изслѣдованію воды (и дна) невской губы. А—подъ ред. проф. Т. В. Хлопина. Б—подъ ред. проф. С. А. Пржибытка, П. И. Левина и В. И. Яковлева. Списокъ водныхъ бактерій Ладожской воды и невской губы и ихъ описанія могутъ служить весьма полезными ориентировочными данными для изслѣдователей русскихъ прѣсныхъ водоемовъ въ бактериологическомъ отношеніи, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ и ключемъ для опредѣленій.

Смѣсь кипятятъ 1 часть, фильтруютъ, прибавляютъ 30 грм. агара, нагрѣваютъ въ автоклавѣ при 105° Ц. въ теченіе 1 часа, прибавляютъ щелочи до слабощелочной реакціи на лакмусъ, фильтруютъ черезъ вату въ воронкѣ съ нагрѣваніемъ и еще разъ кипятятъ.

2) Кипятятъ 150 куб. сант. лакмусовой настойки фирмы Кальбаума, приготовленныя по Кубель-Тиману, въ теченіе 10 минутъ, прибавляютъ 15 грм. химически чистаго молочнаго сахара и смѣсь кипятятъ еще 15 минутъ.

3) Горячій растворъ лакмуса съ молочнымъ сахаромъ (2) смѣшиваютъ съ горячимъ агаромъ (1) и покраснѣвшую смѣсь усредняютъ до слабощелочной реакціи 10%-нымъ растворомъ соды при дневномъ освѣщеніи. Затѣмъ къ смѣси прибавляютъ 3 куб. сант. стерильнаго раствора 10%-ной соды и 10 куб. сант. раствора краски кристаллической фіолетовой О (фабрики Гёхста) крѣпости 1:1000 дистиллированной воды.

Приготовленную описаннымъ образомъ среду, не стерилизуя, разливаютъ въ стерилизованныя коническія колбы по 200 куб. сант., въ которыхъ она сохраняется недѣлями. По мѣрѣ надобности среда разливается на чашки Петри, діам. 18—20 сант., но въ нихъ не сохраняется долгое время.

Агаръ съ возстановленнымъ фуксиномъ.

Среда предложена Эндо.

Къ 1 литру мясной воды изъ 1%-го раствора экстракта Либиха прибавляютъ:

пептона 10 грм.
поваренной соли . 5 „
агара 30 „

Смѣсь варятъ въ автоклавѣ, нейтрализуютъ прибавленіемъ 10 куб. сант. 10%-наго раствора безводной соды, нагрѣваютъ въ автоклавѣ вторично и прибавляютъ молочнаго сахара 10 грм. и смѣси, состоящей изъ насыщеннаго спиртоваго раствора

фуксина 5 грм.
10%-наго сѣрнистокислаго натра . . 25 „

Фуксинъ настаивается въ спирту не дольше 20—24 часовъ. Сѣрнистокислый натръ долженъ быть химически чистъ; смѣсь готовится для каждой новой порціи среды свѣжая и должна имѣть розовый цвѣтъ. Рекомендуются агаръ съ сахаромъ и хо-

рошо простерилизовать, хранить въ колбахъ по 200 куб. сант., а краску прибавлять по мѣрѣ надобности.

Агаръ съ малахитовой зеленой краской.

Предложенъ Лёфлеромъ, Ленцемъ, Тицемъ.

1) Приготавливаютъ мясной нейтральный агаръ вышеуказаннымъ способомъ (ср. среду Дригальскаго). Послѣ нейтрализаціи агаръ вторично нагреваютъ въ автоклавѣ и, не усредняя, фильтруютъ и разливаютъ въ колбы по 200—300 куб. сант., стерилизуютъ и сохраняютъ до употребленія. Передъ прибавленіемъ къ агару малахитовой зеленой краски, его расплавляютъ и усредняютъ до амфотерной реакціи на лакмусъ.

2) Отдѣльно приготавливаютъ растворъ:

малахитовой зеленой краски	1,0
воды	60,0

и прибавляютъ къ 100 куб. сант. расплавленного агара 1 куб. сант. раствора краски, что дастъ отношеніе 1 : 6000. Малахитовый агаръ, розлитый въ чашки, сохраняется не болѣе 10 дней.

Агаръ съ желчью.

Предложенъ Л. В. Падлевскимъ.

1) Къ 3⁰/₀-му мясному агару прибавляютъ 2⁰/₀ пептона, 3⁰/₀ сваренной и профильтрованной черезъ воду бычачьей желчи и 1⁰/₀ молочнаго сахара. Желчь съ сахаромъ прибавляютъ къ готовому, профильтрованному и слабо-щелочному (на лакмусъ) агару. Агаръ разливаютъ въ колбы по 100—200 куб. сант. и обезпложиваютъ въ приборѣ съ текущимъ паромъ по 1/2 часа 2 раза.

2) На каждые 100 куб. сант. вышеприготовленнаго агара, разжиженнаго и охлажденнаго до 60° Ц., прибавляютъ:

обезпложенной бычачьей желчи	0,5—1 грм.
1 ⁰ / ₀ -наго воднаго раствора малахитовой зеленой краски	0,5 куб. сант.
10 ⁰ / ₀ -наго воднаго раствора кристаллич. сѣр-нистокислаго натра	0,75—1 грм.

Эта смѣсь должна быть прозрачной и окрашенной въ свѣтло-зеленый цвѣтъ; готовится по мѣрѣ надобности.

Агаръ Падлевскаго въ тонкомъ слоѣ золотисто-желтаго цвѣта, а въ толстомъ — оливковаго, вполне прозраченъ. Послѣ разливанія въ чашки Петри и застыванія агаръ для просушки кладутъ вверхъ дномъ на 15 минутъ въ термостатъ, снявъ крышку, и сохраняютъ въ темнотѣ.

Среда Падлевскаго представляетъ собой комбинацію агара съ малахитовой зеленью Лёфлера со средой Эндю.

Бульонъ съ сахаромъ и малахитовой зеленью.

Предложенъ Лёфлеромъ.

Смѣшиваютъ:

1) дистиллированной воды	40	куб. сант.			
2 ⁰ / ₁₀ пептона	20	"	"	10 ⁰ / ₁₀ -наго раствора	
5 ⁰ / ₁₀ молочнаго сахара	20	"	"	25 ⁰ / ₁₀ -наго	"
1 ⁰ / ₁₀ винограднаго сахара	10	"	"	10 ⁰ / ₁₀ -наго	"
1,5 ⁰ / ₁₀ норм. ѣдкой щелочи	1,5	"	"	"	"
1 ⁰ / ₁₀ нутрозы	10	"	"	"	"
		100 куб. сант.			

2) Послѣ $\frac{1}{2}$ часового кипяченія предыдущей смѣси, къ ней, еще горячей, прибавляютъ:

1 куб. сант. 0,2⁰/₁₀-наго раствора малахитовой зелени.

Полученную жидкую смѣсь разливаютъ по 5 куб. сант. въ стерилизованныя пробирки.

При 37° Ц. черезъ 16—20 часовъ тифозная палочка среду свертываетъ и надъ сверткомъ остается прозрачная зеленая жидкость, а паратифозная палочка В не только свертываетъ нутрозу, но и вызываетъ энергичное броженіе сахаровъ съ образованіемъ зеленой пѣны на поверхности жидкости и грязноватаго осадка на стѣнкахъ пробирки.

Т А Б Л И Ц А.

Свойства бактерий группы кишечной палочки — брюшного тифа.

СВОЙСТВА БАКТЕРИЙ.	<i>B. coli</i> comm.	<i>B. paratyph. B.</i> (группа паратиф. возбудителей мясных отравлений).	<i>B. enteritidis</i> (Гертнера)	<i>B. typhi</i> abdom.	<i>B. dysenteriae.</i> (Чига-Крузе)
Подвижность	умѣренная, рѣдко отсутствуетъ.	весьма оживленная.	слабо подвижна.	хорошо подвижна.	не подвижна.
Ростъ на поверхности желатин . . .	прозрачн. или опаловая, неразжижающ. кожистая колонія.	круглая или овальная с рѣзкими краями, не разжижающ. колонія.	похожъ на тиф. п.	прозрачн., въ формѣ винограднаго листа, не разжижаютъ.	нѣжн. прозрачныя, неправильн., не разжижаютъ.
Ростъ въ бульонѣ	энергичный, сильная муть	равномѣрн. муть, б. ч. безъ образованія кожицы.	сильная муть съ образованіемъ кожицы.	равномѣрное помутнѣніе безъ кожицы.	равномѣрное помутнѣніе безъ кожицы.
Вызываетъ-ли броженіе виногр. сахара	энергично.	энергично.	да.	нѣтъ.	нѣтъ.
Образованіе кислотъ } изъ молоч-	сильное.	слабое, переходящее.	нѣтъ.	нѣтъ.	нѣтъ.
Образованіе газа } наго сахара.	сильное.	нѣтъ.	нѣтъ.	нѣтъ.	нѣтъ.
Вызываетъ-ли броженіе маннита . .	да.	да.	—	только образуетъ кислоту.	нѣтъ.
Отношеніе къ молочной сывороткѣ съ лакмусомъ	помутнѣніе и рѣзкая красная окраска.	сначала слабое образованіе кислотъ и помутнѣніе затѣмъ щелочн. р. (синяя окраска).	помутнѣніе безъ измѣненія цвѣта.	едва замѣтное помутнѣніе, слабокрасное окрашиваніе.	легкое помутнѣніе, слабая красная окраска, затѣмъ образ. щелочь.
Отношеніе къ средѣ Дригальскаго — Конради	прозрачн. свѣтло-красная, непрозрачн. колонія въ нѣск. м.м.	большой ч. сочная синія колонія.	голубоватая, мало прозрачная колонія.	прозрачныя, каплеподобныя синія колонія.	однородныя круглыя, какъ капли росы колонія.
Отношеніе къ средамъ съ малахитовой зеленой краской	при обычной концентраціи не растеть.	растеть относительно хорошо; колонія цвѣта молочнонаго стекла, агаръ окрашивается въ желтоватый цвѣтъ.	растеть хорошо; измѣняетъ зеленый цвѣтъ въ желтоватый.	черезъ 24 ч. свѣтлыя колонія величиной съ песчинки, обезцвѣчивающія затѣмъ агаръ.	—
Отношеніе къ агару съ нейтральной красной краской	желтая окраска съ зеленой флуоресценціей.	желтая окраска съ флуоресценціей.	желтая окраска съ флуоресценціей.	красная окраска не измѣняется, нѣтъ возстановленія.	красная окраска не измѣняется.
Ростъ на картофелѣ	сочная желтоватая кол.	измѣнчивъ, смотря по реакціи.	измѣнчивъ.	бѣлый, тонкій, едва замѣтный налетъ.	бѣлый, тонкій, трудно замѣтный налетъ.
Отношеніе къ молоку	больш. ч. свертываетъ.	не свертываетъ, постепенно просвѣтлѣетъ.	не свертываетъ, просвѣтлѣетъ.	не свертываетъ.	не свертываетъ.
Образованіе индола	больш. ч. образуетъ индолъ.	не образуетъ индола	не образуетъ.	не образуетъ обыкновенно индола.	не образуетъ.
Отношеніе къ желчнокислымъ солямъ	при подходящихъ концентраціяхъ способствуютъ росту	способствуетъ росту.	—	способствуетъ росту.	—
Отношеніе къ повышеннымъ температурамъ	растеть еще при 46° Ц.	—	—	растеть до 44° Ц.	—
Агглютинируется	своей сывороткой, но не всегда.	своей и брюшно-тифозной сыворотками.	своей и брюшнотиф. сывороткой.	тифозной сывороткой.	дезинтерийной сывороткой.
Патогенность	измѣнчива, для морскихъ свинокъ при впрыскиваніи въ брюшную полость.	для многихъ животныхъ при искусственномъ зараженіи для человѣка большей частью патогенна	патогенна для человѣка и для многихъ животныхъ при искусственномъ зараженіи.	патогенна для человѣка; для морскихъ свинокъ и мышей при впрыскиваніи въ брюшную полость.	патогенна для человѣка, для животныхъ при искусственномъ зараженіи.

Біологическое (микроскопическое) изслѣдованіе воды.

Общее представленіе о біологическомъ способѣ изслѣдованія водъ для санитарныхъ цѣлей нами уже дано выше (стр. 20). Задачи этого изслѣдованія состоятъ въ изученіи мертваго или ложнаго и истиннаго или живого планктона и бентоса въ качественномъ и въ количественномъ отношеніи ¹⁾.

Ложный планктонъ.

Подъ этимъ терминомъ разумѣютъ мертвые обрывки и остатки организмовъ, мелкія минеральныя частички (мутъ), а также нѣкоторыя вещества, указывающія на загрязненіе воды хозяйственными или промышленными отбросами—всѣ эти мертвые мелкіе предметы на долго удерживаются во взвѣшенномъ состояніи въ водѣ и ихъ можно принять за живой, истинный планктонъ.

Такими показателями загрязненія могутъ служить обрывки поперечнополосатыхъ мышечныхъ волоконъ, попадающихъ въ воду или съ кухонными помоями, со сточными водами бань, или съ изверженіями, какъ то: остатки непереваренной животной пищи, волосы (напр. крысъ), растительныя и животныя волокна тканей, зерна крахмала, шелуха картофеля, остатки перьевъ, кусочки синьки, каменнаго угля, древесина (съ бумажныхъ фабрикъ); затѣмъ известь, кирпичъ, обрывки мховъ, вышихъ растений и насѣкомыхъ; споры грибовъ, пыльца цвѣтовъ хвойныхъ породъ и друг.

Истинный планктонъ и бентосъ.

Истинный планктонъ прѣсныхъ водъ состоитъ изъ видимыхъ при малыхъ увеличеніяхъ (до 120) бактерій, грибовъ и водорослей (фитопланктонъ) и изъ простѣйшихъ (протистовъ) и коловратокъ

¹⁾ Подр. см. R. Kolkwitz und M. Marsson. Grundsätze für die biologische Beurtheilung des Wassers nach seiner Flora u. Fauna. Mitteil. aus d. Königl. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung u. Abwasserbeseitigung, H. 1. 1902. R. Kolkwitz. Biologie des Trinkwassers, Abwassers und der Vorfluter. Handb. d. Hygiene von Prof. M. Rubner, M. v. Gruber und M. Ficker, Bd. 2, Abt. 2, 1917. С. М. Вислоухъ. Біологическій анализъ воды въ изд., ред. проф. С. И. Златогоровымъ. Ученіе о микроорганизмахъ. Ч. II, стр. 226, 1916 г. Обстоятельное изложеніе основъ и приѣмовъ изслѣдованія. По времени первое руководство по біологическому анализу воды на русскомъ языкѣ (прекрасные рисунки).

(зоопланктонъ). До настоящаго времени выдѣлено до 1000 планктонныхъ организмовъ, которые могутъ считаться показателями сравнительной чистоты и загрязненности воды (Кольквицъ и Марсонъ). Подъ планктономъ разумѣются микроорганизмы, которые всю свою жизнь или большую часть жизни проводятъ въ взвѣшенномъ состояніи въ толщѣ водъ. Микроорганизмы, прикрѣпленные ко дну и берегамъ, омываемымъ водой, и микроорганизмы, хотя и двигающіеся активно, но скоро возвращающіеся опять ко дну и подводнымъ предметамъ, а также живущіе въ илѣ дна—носятъ названіе бентоса. Часть бентоса, случайно оторванная отъ мѣстъ ихъ прикрѣпленія, примѣшивается къ истинному планктону и составляетъ т. н. случайный планктонъ.

Всѣ эти микроорганизмы по классификаціи Кольквица и Марсона, какъ показатели загрязненія водъ, дѣлятся на слѣдующія группы.

I. Катаробіонты.

Катаробіонты (катаробы)—это микроорганизмы, населяющіе самыя чистыя, напр., самыя чистыя ключевыя воды (Мець). Микроорганизмы — показатели совершенно чистыхъ намъ пока мало извѣстны.

II. Сапробіонты.

Сапробіонты (сапробы)—это формы, обитающія во всѣхъ прѣсныхъ водахъ, какъ самыхъ загрязненныхъ, напр. въ сточныхъ, такъ и практически самыхъ чистыхъ. Въ свою очередь сапробы подраздѣляются на четыре типа или группы:

1) полисапробы, которые обитаютъ въ самыхъ загрязненныхъ водахъ, богатыхъ сложными органическими веществами, напр. бѣлками и ближайшими продуктами ихъ распада (полипептидами), а также углеводами; бѣдныхъ раствореннымъ кислородомъ, но богатыхъ углекислотой (неочищенные сточныя воды). Въ этихъ водахъ преобладаютъ гнилостные процессы (процессы восстановления) съ выдѣленіемъ сѣроводорода и образованіемъ сѣрнистаго желѣза. Преобладаютъ бактеріи и безцвѣтныя жгутиковые (Flagellata), пожирающіе бактерій. Исключеніе составляютъ природныя сѣрныя минеральныя воды, которыя хотя и содержатъ сѣрныхъ бактерій, принадлежатъ во всѣхъ другихъ отношеніяхъ къ чистымъ водамъ.

2) α -мезосапробы, характеризующіе слабо очищенныя біологически сточныя воды, въ которыхъ появились уже окислительные процессы на счетъ кислорода, раствореннаго изъ воздуха и выдѣляемаго хлорофильными растеніями. Органическія вещества здѣсь состоятъ изъ продуктовъ распада бѣлковыхъ веществъ: аспарагина, лейцина, гликокола и друг. до мочевины; начинаютъ появляться также и амміачныя соединенія. Изъ растительныхъ формъ преобладаютъ бактеріи и грибы; къ нимъ присоединяются сине-зеленыя, діатомовыя, простѣйшія зеленыя водоросли и много простѣйшихъ животныхъ формъ.

3) β -мезосапробы живутъ въ водахъ, хорошо очищенныхъ біологически, не способныхъ къ загниванію, въ которыхъ распадъ органическихъ веществъ дошелъ до полной ихъ минерализаціи: до амміачныхъ, азотистокислыхъ и азотнокислыхъ солей. Число бактерій еще весьма велико, но значительнаго развитія достигаютъ сине-зеленыя, діатомовыя и хлорофильныя водоросли, при чемъ послѣднія сильно обогащаютъ воды кислородомъ, иногда даже до пересыщенія; много представителей животнаго планктона. Хорошо очищенныя сточныя воды на окислительныхъ фильтрахъ и дренажныя воды хорошо работающихъ полей орошенія могутъ служить представителями β -мезосапробныхъ водъ.

4) олигосапробы — микроорганизмы, характеризующіе всѣ практически чистыя воды и пригодныя для водоснабженія, напр., воды большихъ озеръ, незагрязняемыхъ рѣкъ и т. п., а также и воды, очистившіяся отъ загрязненій настолько, что въ нихъ содержится органическихъ веществъ не болѣе 1 мгрм. въ литрѣ и число колоній не превышаетъ 1000 въ 1 куб. сант. Изъ планктонныхъ формъ здѣсь встрѣчаются и развиваются уже микроорганизмы, весьма чувствительные къ загрязненію (напр., *Peridinales* и *Charales*). Въ илѣ дна можно найти микроорганизмы, принадлежащіе къ β -мезосапробнымъ. Число формъ въ чистыхъ водахъ весьма значительно.

Списокъ микроорганизмовъ, распредѣленныхъ по описанной схемѣ, приводится ниже (стр. 337).

Приемы и инструменты для взятія пробъ для біологическаго изслѣдованія.

Для вылавливанія изъ воды и со дна планктонныхъ микроорганизмовъ и бентоса примѣняются слѣдующіе приборы и приспособленія:



Рис. 90. Планктонная сѣть
— сачекъ.



Рис. 91. Измѣри-
тельный ци-
линдръ для
планктона съ
пипеткой.

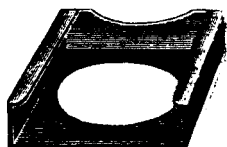


Рис. 94. Камера Кольквица
для счета планктона.



Рис. 93. Раз-
движная палка.

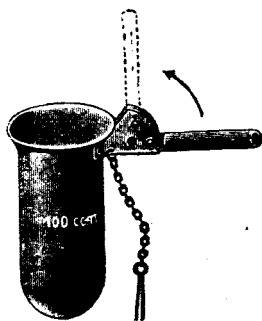


Рис. 92. Металлическій ста-
канъ для планктона.

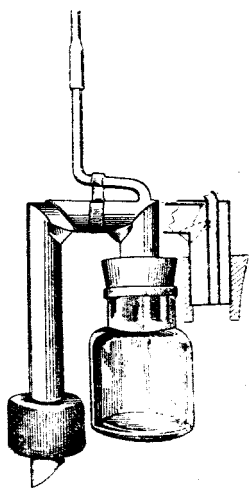


Рис. 95. Илосось Перфильева
(изъ С. М. Вислауха).

1) планктонная сѣтка (сачекъ) (рис. 90), который для количественныхъ опредѣленій долженъ быть сдѣланъ изъ шелковой сѣтки № 20.

2) Градуированный цилиндръ съ пипеткой (рис. 91), въ который изъ планктоннаго сачка переводится планктонъ и измѣряется по объему.

3) Кружка съ ручкой или кувшинъ извѣстной емкости для измѣренія объемовъ изслѣдуемой воды, профильтрованной черезъ сачекъ.

4) Металлическій стаканъ въ 100 куб. сант. (рис. 92) съ приспособленіемъ для надѣванія на раздвижную палку (рис. 93).

5) Сѣть-сачекъ со скребкомъ для донныхъ формъ.

6) Кривой ножъ для срѣзыванія подъ водой водорослей; осоки, камыша, къ которымъ прикрѣпленъ бентосъ.

7) Для большихъ глубинъ употребляютъ автоматически закрывающуюся драгу, съ четырехугольнымъ отверстіемъ.

8) Раздвижная, какъ подозрная труба, палка (рис. 93), на тонкій конецъ которой надѣваются и хорошо прикрѣпляются по очереди планктонная сѣть (1), металлическій стаканъ въ 100 куб. сант. (3), сѣть со скребкомъ и кривой ножъ (5). Длина палки въ сложенномъ видѣ 80 сант., а въ раздвинутомъ — до 2 метровъ.

9) Стеклянная камера Кольквица, емкостью въ 1 куб. сант., для счета въ лупу планктона (рис. 94) въ автоматически измѣряемомъ камерой объемѣ изслѣдуемой воды. Увеличеніе въ 14 разъ.

10) Микроскопъ съ увеличеніемъ отъ 100 — 400 разъ.

11) Экскурсионный илосось Перфильева (рис. 95). Приборъ состоитъ изъ стеклянной широкогорлой стклянки и широкой колѣчатой латунной трубки. На длинномъ концѣ трубки прикрѣпленъ грузъ; короткий конецъ вставленъ въ отверстіе резиновой пробки, затыкающей стеклянную банку. Внутри короткаго колѣна впаяна латунная трубка меньшаго діаметра, выходящая изогнутымъ концомъ наружу; на верхній наружный конецъ послѣдней трубки надѣвается длинная каучуковая трубка, которая выходитъ на дневную поверхность и находится въ рукахъ наблюдателя вмѣстѣ со шнуромъ, на которомъ опускается илосось въ воду. При опусканіи илососа въ воду необходимо на верхній конецъ каучуковой трубки наложить зажимъ и открыть его тогда, когда илосось погрузится въ иль дна. Подъ давле-

ніемъ столба воды черезъ длинный конецъ латунной трубки съ грузомъ или наполнить стеклянку и вмѣстѣ съ водой поднимется по каучуковой трубкѣ, вытѣсняя изъ прибора воздухъ. При плотномъ днѣ приборъ Перфильева не примѣнимъ и долженъ быть замѣненъ однимъ изъ приборовъ, употребляемыхъ для взятія пробъ почвы со дна водоемовъ, которые описаны нами выше (стр. 279 и 280).

Взятіе пробъ. Пробы планктона изъ рѣкъ, озеръ и морей рекомендуется брать съ лодки—съ помощью планктоннаго сачка (рис. 90), который опускаютъ на шнуркѣ острымъ концомъ внизъ до полного погруженія въ воду за кормой лодки и затѣмъ тащатъ за лодкой, держа въ рукахъ бичевку, до тѣхъ поръ пока въ сачкѣ не соберется достаточно планктона вмѣстѣ со взвѣшенными въ водѣ мертвыми веществами. Тогда сачекъ осторожно вынимаютъ изъ воды, слегка встряхивая, пока вытечетъ большая часть воды. Чтобы смыть планктонъ, распредѣленный по всей внутренней поверхности, въ узкую часть сачка, нѣсколько разъ погружаютъ сачекъ въ воду, оставляя однако верхнее кольцо его надъ поверхностью воды. Собравшійся т. о. планктонъ въ нижній металлическій стаканъ вмѣстѣ съ водой переливаютъ, открывъ зажимъ, въ стеклянныя широкогорлыя банки въ 30—50 куб. сант. съ корковыми пробками и тотчасъ-же наклеиваютъ этикетку съ номеромъ, пишутъ номеръ на пробкѣ и записываютъ въ журналъ обстоятельства лова (мѣсто, время, состояніе погоды и проч.). Подъ пробкой всегда нужно оставлять воздухъ, необходимый для поддержанія жизни пойманнаго планктона.

Для ловли съ берега сачекъ прикрѣпляютъ къ раздвижной палкѣ, погружаютъ сачекъ, какъ сказано выше, поворачиваютъ кольцо сачка подъ водой вертикально и описываютъ дугу, ведя кольцомъ впередъ. Операцию повторяютъ 10—20 разъ, каждый разъ вынимая сѣтку-сачекъ изъ воды и давая изъ нея водѣ вытечь.

По окончаніи лова сѣтку хорошо промываютъ водой на мѣстѣ лова, а затѣмъ въ чистой водѣ дома и высушиваютъ. Ловить съ берега значительно хуже, чѣмъ съ лодки.

Для опредѣленія числа особей въ опредѣленномъ объемѣ воды зачерпываютъ воду ведромъ или кувшиномъ, а съ глубины бутылкою такъ же, какъ для химическаго анализа, и, хорошо перемѣшавъ воду, переливаютъ въ стеклянки емкостью около $\frac{1}{2}$ литра. Бентосъ (донные микроорганизмы) образуетъ на подводныхъ

предметах налеты, корки, кустики, хлопья различных цветов и потому на мелких местах легко замѣтенъ простымъ глазомъ. Его соскабливаютъ описанными выше инструментами и изслѣдуютъ въ лабораторіи. Прибрежный бентосъ вслѣдствіе загрязненія водоема съ береговъ можетъ быть инымъ, чѣмъ бентосъ въ водѣ, взятой вдали отъ береговъ. Пробы донного ила для изслѣдованія бентоса берутся илососомъ или другими описанными выше инструментами въ банки, емкостью въ 200 куб. сант.

Ходъ изслѣдованія. Матеріалъ изслѣдуется живымъ въ день взятія пробъ. Фиксация микроорганизмовъ ихъ деформируетъ и препятствуетъ правильному ихъ опредѣленію и счету. Для фиксации приливаютъ къ пробамъ $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{20}$ часть по объему 40%-наго формалина. При изслѣдованіи обращаютъ главное вниманіе на микроорганизмы, которые встрѣчаются въ пробѣ въ большихъ количествахъ, и ихъ точно опредѣляютъ по таблицамъ, при чемъ сомнительныя особи лучше совсѣмъ не принимать во вниманіе.

Примѣрное число микроорганизмовъ въ данной пробѣ обозначаютъ терминами: много (преобладаютъ), оч. часто; часто (не меньше 10 въ препаратѣ), не рѣдко (меньше 10) и рѣдко (2—4) и оч. рѣдко (1—2). Микроорганизмы, соотвѣтствующіе послѣднимъ двумъ категоріямъ, принимаются во вниманіе только при оцѣнкѣ питьевыхъ водъ.

Необходимо далѣе принимать во вниманіе: сезонную смѣну микроорганизмовъ. Лучшимъ временемъ для біологическаго анализа будетъ вторая половина лѣта и начало осени.

Весной преимущественно развиваются діатомовыя водоросли; лѣтомъ—синезеленыя и зеленыя; осенью—смѣсь микроорганизмовъ; и зимой—діатомовыя и заносимый теченіями и бурями случайный и ложный планктонъ.

При изслѣдованіи питьевыхъ водъ главная масса планктона обыкновенно принадлежитъ къ олигосапробамъ, къ которымъ при-мѣшаны въ большихъ или меньшихъ количествахъ мезо- и полисапробныя формы, указывающія на различныя степени загрязненія воды. Если надежныя показатели загрязненія въ пробѣ найдены въ большинствѣ, степень загрязненія воды опредѣляется безъ труда.

Если показатели загрязненія относятся большею частью къ двумъ сосѣднимъ зонамъ, рекомендуется быть очень осторожнымъ въ заключеніи.

Счетъ микроорганизмовъ въ камерѣ. Въ лабораторіи, хорошо взболтавъ взятую пробу, берутъ изъ нея 1 куб. сант. въ камеру Кольквица (рис. 94) и считаютъ микроорганизмы въ микроскопъ сначала при увеличеніяхъ въ 20—40 (микроскопъ Лейтца объективъ 1 и окуляръ 4), а затѣмъ при 100—120 (объективъ Лейтца 3 и окуляръ 4).

При первомъ увеличеніи сосчитываютъ всѣ болѣе крупные микроорганизмы во всей камерѣ (водоросли, инфузоріи), а при второмъ—болѣе мелкіе только на площади поля зрѣнія микроскопа, діаметръ котораго (а) опредѣляется по стеклянному масштабу, подложенному подъ микроскопъ. Микроорганизмы сосчитываются въ всей толщѣ камеры и по нѣскольکو разъ въ нѣсколькихъ пробахъ.

Зная, что площади круговъ относятся между собой, какъ квадраты радіусовъ, находятъ коэффициентъ (х), на который нужно умножить число микроорганизмовъ, сосчитанныхъ въ полѣ зрѣнія микроскопа, чтобы получить число ихъ во всей площади камеры Кольквица, которая имѣетъ діаметръ въ 22 миллиметра:

$$x = \left(\frac{22}{2}\right)^2 : \left(\frac{a}{2}\right)^2.$$

Рекомендуется сосчитать микроорганизмы, мѣняя мѣста, въ 10 поляхъ зрѣнія во всю толщу камеры, взять среднюю, умножить на коэффициентъ и такимъ образомъ пересчитать на 1 куб. сант. изслѣдуемой воды.

Если въ пробѣ много движущихся микроорганизмовъ, мѣшающихъ счету, то для прекращенія движенія нагрѣваютъ пробу до 35—40° Ц. или смачиваютъ внутреннюю поверхность крышки воднымъ растворомъ сулемы.

Для опредѣленія родовъ и видовъ микроорганизмовъ показателей загрязненія воды имѣются спеціальные опредѣлители ¹⁾.

Собранный описанными способами матеріалъ обрабатывается по каждому пункту водоема отдѣльно: по планктону, бентосу съ

¹⁾ Вислоухъ, С. М. Біологическій анализъ воды 1916 г. Лампертъ К. Жизнь прѣсныхъ водъ. Schoenichen-Kalberlah, Eyerth's. Einfachste Lebensformen. 1909. 4 изд. Полный опредѣлитель животныхъ и растительныхъ формъ съ указаніями, къ какой группѣ или классификаціи Кольквица и Марсона, съ рисунками. Kolkwitz. Biologie des Trinkwassers, Abwassers und Vorfluter. 1911, Handb. d. Hygiene, Bd. II, Abth. 2, Издав. М. Рубнеромъ и М. Груберомъ (сокращенный).

подраздѣленіемъ на прибрежный и находящійся вдали отъ береговъ и для илового бентоса. Затѣмъ данныя для каждаго пункта, полученныя въ разное время, суммируются и сравниваются между собой и такимъ образомъ получается представленіе о біологическомъ составѣ даннаго водоема и чистотѣ его воды. Въ случаѣ надобности наносятъ полученные результаты на карту.

При оцѣнкѣ воды на основаніи біологическаго анализа необходимо имѣть въ виду, что дно водоема по микроскопическому населенію всегда на одну ступень грязнѣе воды водоема въ томъ же пунктѣ; напр., если въ водѣ преобладаютъ микроорганизмы β -мезосапробной зоны, то микроорганизмы дна и ила обыкновенно принадлежатъ къ α -мезосапробамъ и т. д., соотвѣтственно системѣ организмовъ — показателей загрязненія воды, составленной Кольквицемъ и Марсономъ, приведенной нами выше (стр. 329). Полный списокъ такихъ микроорганизмовъ съ подраздѣленіемъ на зоны составленъ вышеуказанными авторами и содержитъ около 1000 названій¹⁾. Характеристика видовъ должна основываться на преобладающихъ и постоянныхъ сообществахъ микроорганизмовъ (Biocoenose), а не на отдѣльных формахъ; однако при оцѣнкѣ нѣкоторыхъ питьевыхъ водъ и отдѣльныя формы иногда могутъ играть существенную роль.

Списокъ микроорганизмовъ — показателей загрязненія водъ, составленный Кольквицемъ и Марсономъ.

Всѣ сапробныя микроорганизмы распредѣлены на 4 категоріи: 1) полисапробы, 2) α -мезосапробы, 3) β -мезосапробы и 4) олигосапробы. Характеристика каждой изъ этой категорій уже дано нами выше. Болѣе десяти лѣтъ тому назадъ въ нашей статьѣ „Современное положеніе вопроса о санитарной оцѣнкѣ воды для питья“²⁾ нами были опубликованы списки микроорганизмовъ — показателей загрязненія водъ по Мецу и по Зенфту; послѣдній распредѣлил ихъ уже по схемѣ Кольквица и Марсона. Оба эти списки весьма не полны и въ нѣкоторыхъ частяхъ не соотвѣтствуютъ позднѣйшимъ изслѣдованіямъ, поэтому мы ниже приводимъ списокъ по Кольквицу и Марсону³⁾ съ тѣми измѣненіями въ научной терминологіи, которыя сдѣланы С. М. Вислоухомъ⁴⁾.

¹⁾ Berich. d. deutsch. botan. Geselsch., Bd. XXVI. a, 1908 (растительныя формы) и Internation. Revue d. gesamt. Hydrobiologie und Hydrographie. Bd. II., 1909 (животныя). Дополненія см. въ Mitteilungen aus d. Königl. Prüfungsanst. f. Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung, H. 14, 1914.

²⁾ Ладожское озеро, какъ источникъ водоснабженія г. С.-Петербурга. Часть санитарная. Стр. 42, 1911 г. (статья была сдана въ печать въ 1908 г.).

³⁾ Op. cit.

⁴⁾ Op. cit.

I. Полисапробы—р.

Растения.

Bacteriae.

- Spirillum tenue* Ehrb.
 „ *serpens* (O. F. M.)
 „ *rugula* (O. F. M.)
 „ *undula* Ehrb., также ат.
 „ *volutans* Ehrb.
Sphaerotilus natans Ktz. } Также ат.
 „ *roseus* Zopf. }
Zoogloea ramigera Itzigs.
Streptococcus margaritaceus Schröt.
Sarcina paludosa Schröt.
Beggiatoa alba (Vauch.) Trev. — Также ат.
 „ *leptomitiformis* (Menegh) Trev.
 „ *arachnoidea* (Ag) Rabh.
Thioplococcus ruber Win.
Chromatium Okenii (Ehrb.) Perty }
 „ *vinosum* (Ehrb.) Win. } Также ат.
 „ *minutissimum* Win. }
Lamprocystis roseo-persicina (Ktz.) Schröt.

Cyanophyceae.

Arthrospira Jenneri Stitz., если въ сообществѣ съ *Beggiatoa*; въ противномъ случаѣ—ат.

Euglenales.

Euglena viridis (Schr.) Ehrb. — если въ массѣ, иначе—ат.

Protococcales.

Polytoma uvella Ehrb.

Животныя.

Rhizopoda.

- Hyalodiscus limax* (Duj). } Часто вмѣстѣ
 „ *guttula* (Duj). } со спириллами
 и *Polytoma uvella*. Единич-
 ные экземпляры
 и въ ат водахъ.

Flagellata.

- Cercobodo longicauda* (Duj.) Senn (= *Cercomonas longicauda* Duj. = *Dimorpha longicauda* (Duj.). Klebs = *Dimastigamoeba longicauda* (Klebs)) — отчасти ат.
Oicomonas mutabilis Kent.
Bodo putrinus (Stok.) Lemm.
Trepomonas rotans Klebs. } также ат.
Hexamitus inflatus Duj. }
 „ *crassus* Klebs. }
 „ *pusillus* Klebs. } отчасти ат.
 „ *fissus* Klebs. }
 „ *fusiformis* Klebs. }

Ciliata.

Paramaecium putrinum Cl. et L.

Vorticella microstoma Ehrb., отчасти ат.
 „ *putrina* O. F. M.

Vermes.

Tubifex tubifex (O. F. M.) — если является доминирующимъ и въ массѣ.

Diptera.

Eristalis tenax L, личинки; также ат.

II. α-мезосапробы—ат.

Растения.

Bacteriae.

- Sphaerotilus natans* Ktz. } Если въ сообществѣ съ диатомовыми этихъ
 „ *roseus* Zopf. } водъ и рѣдкимъ
 вѣтвлениемъ
 (какъ у *Cladotrix*); иначе
 —р.

Thiothrix nivea (Rabh.) Win.

Thiopedia rosea Win.

- Chromatium Okenii* (Ehrb.) Perty } Если съ во-
 „ *vinosum* (Ehrb.) Win. } дорослями
Lamprocystis roseo-persicina (Ktz.) Schröt. } этихъ водъ,
 иначе—р.

Thiospirillum sanguineum (Ehrb.) Win.

Spirochaeta plicatilis Ehrb.

Cyanophyceae.

Oscillaria (*Oscillatoria*) *princeps* Vauch.

- „ *tenuis* Ag.
 „ *chalybea* Mert.
 „ *putrida* Schmidle.
 „ *chlorina* Ktz.
 „ *splendida* Grev.
 „ *brevis* Ktz.
 „ *formosa* Bory.

Arthrospira Jenneri Stitz., также р.

Phormidium uncinatum (Ag.) Gom.

„ *autumnale* (Ag.) Gom.
 „ *foveolarum* (Mont.) Gom.

Cryptomonadales.

Cryptomonas Nardstedtii (Hansg.) Senn.
 (= *Chroomonas Nordstedtii* Hansg.).

Euglenales.

Euglena viridis v. *lacustris* Francé.

Lepocinclis ovum Ehrb.

„ *texta* (Duj.) Lemm.

Cryptoglena pigra Ehrb.

Bacillariales.

Hantzschia amphioxys (Ehrb.) Grun.
Nitzschia palea (Ktz.) и v. *fonticola* Grun.
Stauroneis acuta W. Sm.

Protococcales.

Chlamydomonas de Baryana Gorosch.
Spondyliomorpha quaternarium Ehrb.
Stichococcus bacillaris Naeg. f. *confer-voidea* Haz., также—ат.

Chlorella infusionum (Beyer.)¹⁾.
vulgaris (Beyer.).

Confervales.

Ulothrix subtilis Ktz. (forma).
Stigeoclonium tenue Ktz., также— β м.

Phycomycetes.

Mucor sp. (изъ группы *Zygorhynchus*).
Leptomitius lacteus Ag. (= *Apodya lactea* Cornu).

Hemiascomycetes.

Endoblastoderma salmonicolor Fisch. et Br.

Euascomycetes.

Fusarium aquaeductum Lagerh.

ЖИВОТНЫЕ.

Rhizopoda.

Trinema enchelys (Ehrb.) Leidy.
Diplophrys archeri Barker.
Pamphagus hyalinus Leidy.
armatus Laut.

Cryptodiffugia oviformis Pen.

Heliozoa.

Actinophrys sol Ehrb., также β м.

Flagellata.

Ciliophrys infusionum Cienk. часто въ акварияхъ.

Cercobodo radiatus (Klebs) Lemm. (= *Dimorpha radiata* Klebs).

Cercomonas clavata Perty.

" *crassicauda* Duj.

Oicomonas termo (Ehrb.) Kent.

Monas vivipara Ehrb.

" *vulgaris* (Cienk.) Senn (= *M. guttula* Ehrb.).

Monas arhabdomonas (Fisch.) H. Meyer.

Anthophysa vegetans (O. F. M.) Bütschli, весьма типичный ат. При отмирании колоний, вслѣдствие самоочищенія воды, остаются характерные стебельки.

Amphimonas globosa Kent.

" *fusiformis* Mez.

Bodo globosus Stein.

" *mutabilis* Klebs.

" *minimus* Klebs.

" *caudatus* (Duj.) Stein.

" *saltans* Ehrb., также и р.

" *ovatus* (Duj.) Stein.

Spongomonas intestinum (Cienk.) Kent. } Также и β м.

Dallingeria drysdali Kent. }

Pleuromonas jaculans Perty.

Phyllomitius amylophagus Klebs.

Rhynchomonas nasuta (Stk.) Klebs.

Tetramitus descissus Perty.

" *sulcatus* Klebs.

" *pyriformis* Klebs.

rostratus Perty.

Urophagus rostratus (St.) Klebs.

Trigonomonas compressa Klebs.

Trepomonas agilis Duj., вѣроятно и β м.
steini Klebs.

Mesoidium pellucidum Perty.

Astasiopsis distorta (Duj.).

Astasia margaritifera Schm.

Euglenopsis vorax Klebs.

Peranema trichophorum (Ehrb.) St.

Heteronema tremulum Zach.

" *acus* (Ehrb.) St.

Chilomonas paramecium Ehrb., также β м.

Ciliata.

Urotricha farcta (Ehrb.) Cl. et L.

Amphileptus clapedi St., вѣроятно и р.
carchesii St.

Lionotus varsaviensis Wrz.

Loxophyllum meleagris (O. F. M.), отчасти β м.

Cyclogramma rubens Perty (= *Nassula*).

Chilodon uncinatus Ehrb., вѣроятно и β м.

Trochilla palustris St., отчасти β м.

Leucophrydium putrinum Roux.

Glaucoma scintillans Ehrb., отчасти β м.

Colpidium colpoda St., также и р.

Colpoda cucullus Ehrb.

" *parvifrons* Cl. et L. } вѣроятно и β м.
 " *steini* Maup. }

Loxocephalus granulatus Kent.

Paramaecium caudatum Ehrb.

Cyclidium glaucoma Ehrb.

Spirostomum ambiguum Ehrb., вѣроятно и β м.

Stentor coeruleus Ehrb.

" *roeseli* Ehrb., отчасти и β м.

Gyrocoris oxyura St. (= *Caenomorpha medusula* Perty).

Urostyla weissei St., единичные экземпляры и въ р-водахъ.

Gastrostyla mystacea St.

Oxytricha fallax St.

" *pellionella* Ehrb.

Stylonychia mytilus Ehrb., также β м.

Gerda glaus Lachm.

Vorticella convallaria Ehrb.

Carchesium lachmanni Kent.

Epistylis coarctata Cl. et L.

" *plicatilis* Ehrb., отчасти β м.

Suctorio.

Podophrya carchesii Cl. et L.

" *fixa* Ehrb., также β м.

Vermes.

Enchytraeus humiculator Vejd.

Pachydriulus pagenstecheri (Rtz.) Vejd.

Lumbriculus variegatus (Müll.), также β м.

Limnodrilus udekemianus Cl.

" *hoffmeisteri* Cl.

¹⁾ Сомнительный видъ. Повидимому, просто ошибка авторовъ.

Tubifex tubifex (Müll.), встрѣчается въ р. и въ 3м-водахъ.

Lumbricillus lineatus (заходить изъ моря)

Psaminoryctes barbatus Vajd.

Dero limosa Leidy.

Aelosoma quaternarium Ehrb.

Lumbricus rebellus Hoffm.

Monohystera macrura De Man., отчасти 3м.

Tripylla setifera Bütschli.

Trilobus gracilis Bast.

Plectus tenuis Bast.

Diplogaster rivalis (Leyd.).

Nematodes (вообще).

Rotatoria.

Rotifer vulgaris Schr., отчасти 3м.

actinurus Ehrb. (= *R. neptunius* Ehrb.), отчасти р.

Callidina elegans Ehrb. (и другіе виды того же рода).

Triarthra longisetula Ehrb.

Hydatina senta Ehrb., единичные экземпляры и въ 3м-водахъ.

Diglena biraphis Goss. } отчасти 3м.

caudata Ehrb. }

Diplax compressa Goss.

trigona Goss.

Diplois daviesae Goss.

Colurus bicuspidatus Ehrb., обычно единич. экзempl.; также и 3м.

Brachionus angularis Goss. } также 3м.

Noteus militaris Ehrb. }

Mollusca.

Sphaerium (*Cyclas*) *corneum* L., также 3м.

Crustacea.

Asellus aquaticus (L.) Ol., при массовомъ развитіи.

Neuroptera.

Sialis lutaria L., личинки (оч. стойкія).

Hemiptera.

Velia currens Fabr. (оч. стойкія).

Diptera,

Chironomus plumosus L, красныя личинки, при массовомъ развитіи, очень характерны для 3м-водъ; встрѣчаются также въ р. и 3м-водахъ.

Chironomus motitator (L), личинки, также 3м.

Tanytus monilis (L), также 3м.

Caenia fumosa Stenh., личинки.

Ptychoptera contaminata L., личинки.

Psychoda phalaenoides L., личинки.

sexpunctata Curt., личинки.

Stratiomys chamaeleon L., личинки.

III. 3-мезосапробы—3м.

Растенія.

Bacteriae.

Lampropedia hyalina (Ehrb.) Schröt.

Cladotrix dichotoma Cohn.

Cyanophyceae.

Oscillaria (*Oscillatoria*) *limosa* Ag.

antliaria Jürg.

Phormidium subfuscum Ktz.

Aphanizomenon flos aquae Ralfs, также о, при слабомъ развитіи.

Chrysomonadales.

Chrysosphaerella longispina Lauterb.

Synura uvella Ehrb., если въ сообществѣ съ *Closterium acerosum*, *Brachionus*, *Rotifer* и единичными экземплярами *Euglena viridis*; иначе—о.

Cryptomonadales.

Cryptomonas erosa Ehrb. и v. *reflexa* Marss.

ovata Ehrb.

Euglenales.

Euglena acus Ehrb. и v. *rigida*; послѣдняя также 3м.

Euglena spirogyra Ehrb.

oxyuris Schm.

deses Ehrb.

pisciformis Klebs.

quartana Moroff.

tripteris (Duj.) Klebs.

velata Klebs.

Phacus caudata Hübn., также 3м.

Trachelomonas hispida St.

volvocina Ehrb.

Colacium vesiculosum (Ehrb.) St.

Peridinales.

Ceratium tetraceros Schr. (сомнительный вид!).

Bacillariales.

Melosira varians Ag.

Stephanodiscus Hantzschianus Grun. и v. *pusillus* Grun.

Stephanodiscus astraea Grun.

Diatoma vulgare Bory.

Synedra Ulna v. *splendens* (Ktz.) Brun.

actinastroides Lemm.

radians (Ktz.) Grun.

Vaucheriae Ktz.

Microneis minutissima (Ktz.) Cl.

Navicula Brebissonii Ktz.

radiosa Ktz.

cryptocephala Ktz.

rhynchocephala Ktz.

cuspidata Ktz.

mesolepta Ehrb.

amphisbaena Bory.

ambigua Ehrb.

atomus Naeg.

Stauroneis Phoenicenteron Ehrb.

Gomphonema tenellum W. Sm.

olivaceum Ktz.

parvulum Ktz.

Rhoicosphenia curvata (Ktz.) Grun.

- Nitzschia parvula* W. Sm.
 „ *communis* Rabh.
 „ *stagnorum* Rabh.
 „ *dissipata* (Ktz.) Grun.
 „ *acicularis* (Rbh.) W. Sm.

Surirella ovalis Bréb. v. *ovata* (= *S. ovata* Ktz.) и v. *minuta*, также v. *angustata*.

Conjugatae.

- Closterium acerosum* Ehrb.
 „ *parvulum* Naeg.
 „ *moniliferum* Ehrb.
 „ *Leibleini* Ktz.
Cosmarium botrytis Menegh.
Spirogyra crassa Ktz.
 „ *porticalis* (Vauch.) Cl.

Protococcales.

- Carteria cordiformis* Dill.
Chlamydomonas Ehrenbergii Gorosch.
Pamphagus mutabilis Bail.
Chlamydomonas Braunii Gorosch.
 „ *Reinhardii* Dang.
 „ *Kuteinikowii* Gorosch.
 „ *reticulata* Gorosch.

- Chlorogonium euchlorum* Ehrb.
Gonium sociale (Dang.) Warm.
Stichococcus bacillaris Naeg., также ам.
Chlorococcum botryoides Rabh.
Pediastrum Boryanum (Turp.) Menegh.;
 особенно, если при массовом разви-
 тии встречается много молодых экзем-
 пляровъ.

Raphidium polymorphum v. *aciculare* (A. B.) Rabh.

- Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb. }
Scenedesmus acuminatus (Lager.) Chod. }
Scenedesmus obliquus (Turp.) Ktz. }
Scenedesmus bijugatus (Turp.) Ktz. }
Scenedesmus acutus Meyen. }

Особенно,
если при
массовом
развитии
много моло-
дых экзем-
пляровъ.

- Selenastrum bibrainum* Reinsch.
Dictyosphaerium pulchellum Wood.
 „ *Ehrenbergianum* Naeg.
Chlorosphaera limicola Beyer.

Confervales.

- Ulothrix subtilis* (Ktz.), также о.
Conferva bombycina (Ag.) Wille.
Microthamnion Kuetzingianum Näg.
Oedogonium (разные виды).
Cladophora crispata Ktz.
Vaucheria sessilis (Vauch.) D. C.

Florideae.

- Hildenbrandia rivularis* (Liebm.) Bréb.
Monocotyledoneae.
Elodea (*Helodea*) *canadensis* R. et Mchx.
Lemna minor L.
 „ *polyrhiza* L.

Dicotyledoneae.

Ceratophyllum demersum L.

ЖИВОТНЫЕ.

Rhizopoda.

- Amoeba brachiata* Duj.
 „ *verrucosa* Ehrb.
 „ (*Dactylosphaerium*) *radiosa* Ehrb.
Pelomyxa palustris Greef, отчасти ам.
Cochliopodium bilimbosum Leidy.
 „ *pellucidum* (Arch.) Hertw.
 et Less, также ам.

Arcella vulgaris Ehrb., отчасти ам.

Centrotyxis aculeata (Ehrb.) St.

Euglypha alveolata Duj.

Platium stercoreum (Cienk.).

Heliozoa.

- Actinophrys sol* Ehrb. } Также
Actinosphaerium eichhorni (Ehrb.) } ам.
Sphaerastrum fockei (Arch.).
Clathrulina elegans Cienk., отчасти ам.

Flagellata.

Mastigamoeba aspera F. E. Sch.

„ *invertans* Klebs.

„ *limax* Mor.

„ *polyvacuolata* Mor.

Eucomonas socialis Mor.

Sphaeroeca volvox Lauterb.

Bodo celer Klebs.

„ *rostratus* (Kent.) Klebs.

„ *uncinatus* (Kent.) Klebs.

„ *repens* Klebs.

Pleuromonas jaculans Perty.

Menoidium falcatum Zach.

Urceolus (*Phialonema*) *cuclostomus* (St.)
 Mereschk.

Anisonema acinus Duj.

Entosiphon sulcatum (Duj.) St.

Chilomonas paramaecium, также ам.

Ciliata.

Urotricha lagenula (Ehrb.).

Enchelys pupa Ehrb.

„ *silesiaca* Mor.

Prorodon fartus (Cl. et L.).
 „ *platyodon* Blochm.

Lagynus elegans (Eng.), отчасти о.

Coleps hirtus Ehrb., иногда ам.

Didinium nasutum St.

Disematostoma buetschlii Laut.

Lionotus anser (O. F. M.).

Loxophyllum armatum Cl. et L. } также
 „ *fasciola* Cl. et L. } ам.
 „ *meleagris* Duj. }
 „ *lamella* Cl. et L. }

Trachelophyllum lamella (O. F. M.).

„ *pusillum* Cl.

Trachelius ovum Ehrb.

Loxodes rostrum Ehrb.

Nassula elegans Ehrb.

ornata Ehrb.

Chilodon cucullulus Ehrb., отчасти ат.

Opisthodon niemeccensis St.

Dysteropsis minuta Roux.

Frontonia acuminata (Ehrb.) Cl. et L.

Chasmatostoma reniforme Engelm.

Uronema griseolum (Mps.).

marinum Duj.

Cinetochilum margaritaceum Perty.

Paramaecium bursaria (Ehrb.) Focke.

aurelia (O. F. M.), отчасти ат.

Urocentrum turbo Ehrb.

Lembadion bullinum (O. F. M.) Perty.

Pleuronema chrysalis (Ehrb.) St.

Balantiophorus minutus Schew., также о.

Blepharisma lateritium St.

Metopus sigmoides (O. F. M.) Cl. et L., отчасти ат.

Metopus contortus Levand.

pyriformis Levand.

Plagiopyla nasuta St.

Spirostomum teres Cl. et L.

Condylostoma vorticella Ehrb., отчасти о.

Bursaria truncatella O. F. M.

Tylacidium truncatum Schew.

Climacostomum virens St.

Stentor polymorphus Ehrb., также о.

igneus Ehrb.

niger Ehrb.

Halteria grandinella (O. F. M.).

Tintinnidium fluviatile (St.), также о.

Uroleptus musculus Ehrb.

piscis (Ehrb.).

Stylonychia mytilus Ehrb.

Euplotes patella Ehrb.

charon Ehrb.

Aspidisca costata St.

lynceus Ehrb.

Astylozoon fallax Engelm.

Vorticella companula Ehrb.

patellina Ehrb.

citrina Ehrb.

Carchesium epistylis Cl.

Zoothamnium arbuscula Ehrb.

Epistylis umbellaria Lach. (и др. виды).

Cothurnia crystallina Ehrb.

Suctorior.

Sphaerophrya pusilla Cl. et L. и некоторые

другие, точно не установленные виды.

Podophrya quadripartita Cl. et L.

Acineta grandis Kent.

Spongiae.

Ephydatia muelleri

(Lieberk.).

Ephydatia fluviatilis

(L.).

Euspongilla lacustris

(L.).

Spongilla frag. Leidy

Заходять и въ со-
сѣдніе типы водъ;
по имѣющимся дан-
нымъ для биологи-
ческаго анализа
мало пригодны.

Hydroidea.

Представители этой группы встрѣчаются и здѣсь; сравни о-воды.

Vermes.

Rhynchelmis limosella Hoffm., также ат.
Eiseniella tetraedra (Sav.); по образу жизни—амфибия.

Criodrilus lacuum Hoffm.

Nephelis vulgaris M. T., также ат. и о.

Clepsine bioculata (Bergm.)

sexoculata (Bergm.) } Также о.

Naïs elinguis Müll., отчасти ат.

Stylaria lacustris (L.).

Haemopsis sanguisuga (Bergm.) (= *Aulos-*
tomum gulo M. T.).

Polycelis nigra (Müll.) Ehrb.

Dendrocoelum lacteum Oerst.

Церкарии (въ планктонѣ) съ вильчатымъ
плавательнымъ хвостомъ.

Rotatoria et Gastrotricha.

Floscularia atrochoides Wierz.

Atrochus tentaculatus Wierz.

Melicerta ringens Schr.

Conochilus unicornis Rouss.

Philodina roseola Ehrb., отчасти ат.

erythrophthalma Ehrb.

megalotrocha Ehrb.

Rotifer tardus Ehrb.

vulgaris Schr., также ат.

macrurus Ehrb.

Asplanchna priodonta Gosse.

Synchaeta tremula Ehrb.

pectinata Ehrb.

Polyarthra platyptera Ehrb.

Triarthra longiseta v. *limnetica* (Zach.)

(= *Tr. thranites* Skor.).

Triarthra mystacina Ehrb.

Taphrocampa selenura Gosse.

Proales tigridia Gosse.

Furcularia gracilis Ehrb., отчасти ат.

forficula Ehrb.

gibba Ehrb.

reinhardtii Ehrb., отчасти со-

вмѣстѣ съ *Stentor coeruleus*.

Diglena catellina Ehrb. } Отчасти

forcipata Ehrb. } ат.

Dinocharis pocillum Ehrb. } Отчасти

tetractis Ehrb. } о.

Scaridium longicaudum Ehrb.

Stephanops unisetatus Coll.

Diaschiza semiaperta Gosse, отчасти ат.

tenuior Gosse.

Salpina macracantha Gosse.

mucronata Ehrb., отчасти ат.

Euchlanis triquetra Ehrb.

Cathypna luna Ehrb.

Monostyla lunaris Ehrb.

cornuta Ehrb.

Colurus deflexus Ehrb.

Metapidia axysternum Gosse.
 lepadella Ehrb.
Lepadella ovalis Ehrb.
Pterodina patina Ehrb., отчасти ат.
Pompholyx sulcata Huds.
Noteus quadricornis Ehrb.
Brachionus militaris Ehrb., отчасти ат.
 pala Ehrb. (= *B. pala-amphiceros* Pl.).
Brachionus urceolaris Ehrb.
 rubens Ehrb.
 bakeri Ehrb.
 angularis Gosse, также ат.
Anurea aculeata Ehrb. } Также
 cochlearis Gosse и v. о.
 tecta Gosse.
Notholca striata Ehrb.
 acuminata Ehrb.
 labis Gosse.
Lepidoderma rhomboides Stok.
Dasydytes longisetosum Metschn.
 zelinkai Lauterb.
 saltitans Stok.
Bryozoa.
Plumatella repens (L.).
 (*Alcyonella*) *fungosa* (Pall.).
Mollusca.
Limnaea (*Gulnaria*) *auricularia* L, чрезвычайно вынослива къ загрязненіямъ, особенно химическими сточными водами.
Limnaea auricularia f. ampla Hartm.
Limnaea ovata Drap.
Valvata piscinalis Müll.
Vivipara contecta Mill. (= *V. vera* Fraunf.), встрѣчается въ массѣ даже въ вонючемъ илѣ.
Vivipara fasciata Müll.
Bythinia tentaculata (L.) Gray.
Lithoglyphus naticoides Feruss.
Neritina fluviatilis (L.).
Unio tumidus Phil.
Sphaerium (*Cyclas*) *rivicol.* Leach. } Также
 moenanum Kob. о.
Calyculina lacustris Müll.
Crustacea.
Asellus aquaticus (L.) Ol. см. также ат.
Gammarus fluviatilis Rös.; часто питается нитями *Sphaerotilus*.
Cyclops strenuus S. Fisch. }
 также ат, Вмѣстѣ съ
Cyclops leuckarti Claus. ихъ стадіями
 brevicornis Claus. развитія.
 также ат.
Cyclops fimbriatus Fisch.
 phaleratus Koch.
Diaptomus castor Jur.
Canthocamptus staphylinus (Jur.), встрѣчается и на песчаныхъ фильтрахъ водопроводовъ.

Alona (*Lynceus*) *guttata*, также о.
Cypridopsis vidua (O. F. M.).
Cypria ophthalmica Bair.
Candona candida (Müll.) и другіе виды.
Daphnia pulex Deg. }
 magna Strauss. Также ат.
 schaefferi Baird.
 longispina O. F. M.
Moina rectirostris (F. Leid.).
Chydorus sphaericus (O. F. M.).
Pleuroxus excisus Schödl.
Hydrachnidac.
Limnesia maculata (Müll.) Bruz.
Arrhenurus bicuspidator Berl., попадаетъ также вмѣстѣ съ *Peranema* и *Euglena viridis*.
Tardigrada.
Macrobiotus macronyx Duj.
Neuroptera.
Anabolia laevis Zett., личинки.
Molanna angustata Curt., личинки.
Hydropsyche angustipennis Curt., личинки, также и другіе неопредѣлимые виды.
Oxyethira costalis Curt., личинки.
Diptera.
Culex annulatus Fabr. и др. виды, личинки.
Chironomus, свѣтло-желтыя, не красныя личинки.
Ceratopogon sp., личинки.
Simulium ornatum Meig. } Также ат.
 reptans L.
Pisces.
Cobitis fossilis (L.). } Наиболье вынос-
Carassius carassius (L.). } ливые виды.
Tinca tinca (L.).
Cyprinus carpio L.
Anguilla vulgaris Flem, кромѣ нѣкоторыхъ стадій развитія.
Rhodeus amarus Bl.
Gasterosteus aculeatus L.
Leucaspius delineatus v. Sieb.
Alburnus lucidus Heck.
Amphibia.
Rana esculenta L. } Икра и головастики от-
 fusca Rös. части мало чувствит.

IV. Олигосапробы — о.

Растенія.

Bacteriae.
Chlamydothrix (*Leptothrix*) *ochracea* (Ktz.) Mig.
Gallionella ferruginea Ehrb.
Crenothrix polyspora Cohn.
Clonothrix fusca Roze.
Цуанопхyceae.
Dactylococcopsis raphidioides Hansg.
Coelosphaerium Kuetzingianum Nag.
Gomphosphaeria lacustris Chod.

- Microcystis incerta* Lemm.
 flos aquae Kirchn.
 ichthyoblabe Ktz.
Clathrocystis aeruginosa (Ktz.) } Также
 Henfr. } 3m.
Merismopedia glauca (Ehrb.) Naeg. }
 convoluta Bréb.
Lyngbya bipunctata Lemm.
 limnetica Lemm.
Oscillaria (*Oscillatoria*) *anguina* Bory.
 rubescens D. C.
 Agardhii Gom.; при массовомъ
 развитии („цвѣтенье воды“) — 3m.
Phormidium inundatum Ktz.
 papyraceum (Ag.) Gom.
Microcoleus subtorulosus (Bréb.) Gom.
Anabaena flos aquae (Lyngb.) Bréb.
 spiroides Klebs.
 circularis Rabh.
Glaucothrix gracillima Zopf.
Calothrix parietina (Naeg.) Thur.
Chrysomonadales.
Chromulina Rosanoffii Woron.
Mallomonas acaroides Perty.
 producta (Zach.) Iwan.
Synura uvella Ehrb.; см. также 3m.
Uroglena volvox Ehrb.
Dinobryon cylindricum Imh.
 sertularia Ehrb.
Euglenales.
Euglena oblonga Schmitz.
 genuiculata (Duj.) Schmitz.
 minima Francé.
Euglena sanguinea Ehrb.
Phacus longicauda (Ehrb.) Duj.
 pleuronectes Nitzsch.
 parvula Klebs.
 pyrum (Ehrb.) St.
Peridinales.
Gymnodinium palustre Schill.
 aeruginosum St.
Ceratium hirundinella O. F. M.
Peridinium pusillum (Pen.) Lemm.
 minimum Schill.
 quadridens St.
 cinctum Ehrb.
 tabulatum Cl. et L.
 berolinense Lemm.
 bipes St.
Gonyaulax apiculata (Pen.) Entz.
Bacillariales.
Melosira ambigua O. M.
 granulata (Ehrb.) Ralfs.
 italica Ktz.
 Binderana Ktz.
 crenulata Ktz.
 arenaria Moor. и другіе виды.
Cyclotella Meneghiniana Ktz.
 Kuetzingiana Thw.
 comta (Ehrb.) Ktz.
Rhizosolenia longiseta Zach.
Diatoma elongatum Ktz.
Tabellaria flocculosa (Roth.) Ktz.
 fenestrata Ktz.
Meridion circulare Ag.
Fragillaria virescens Ralfs.
 construens (Ehrb.) Grun.
 mutabilis (W. Sm.) Grun.
 capucina Desm.
 crotonensis Kitt.
Asterionella formosa Hass.
Synedra acus Ktz.
 delicatissima W. Sm.
 ulna (Nitz.) Ehrb. и разные var.,
 кроме v. *splendens*.
Eunotia arcus (Ehrb.) Rabh.
 major Rabh., горная форма.
Achnanthes exilis Ktz.
Navicula mesolepta Ehrb., также 3m.
 viridis Ktz.
 major Ktz.
 gibba Ehrb.
 dicephala W. Sm.
 inflata Ktz.
 liridis Ehrb.
 limosa Ktz.
 gastrum Ehrb.
 hungarica Grun.
 perpusilla Grun.
 viridula Ktz.
 Clausii Gr.
Pleurosigma attenuatum (Ktz.) W. Sm.
Gomphonema acuminatum Ehrb.
 capitatum Ehrb.
 constrictum Ehrb.
Gomphonema angustatum Ktz.
Cymbella Ehrenbergii Ktz.
 Cistula (Hempr.) Kirchn.
 lanceolata (Ehrb.) Kirchn.
 prostratum Ralfs.
 ventricosum Ktz.
Amphora ovalis Ktz.
Epithemia turgida (Ehrb.) Ktz.
 Sorex Ktz.
 Zebra (Ehrb.) Ktz.
Rhopalodia gibba (Ktz.) O. M.
Bacillaria paradoxa Gm.
Nitzschia sigmoidea (Ehrb.) W. Sm. и 3m.
 linearis (Ag.) W. Sm.
 vermicularis (Ktz.) Grun.
 vitrea Norm.
Cymatopleura elliptica (Bréb.) W. Sm.
 Solea (Bréb.) W. Sm. и 3m.
Surirella biseriata Bréb.
 splendida Ktz.
Conjugatae.
Closterium lunula Ehrb.
 dianae Ehrb.
 Ehrenbergii Menegh.
 areolatum Wood.

Penium navicula Bréb.
Staurastrum tetracerum Ralfs.
 gracile Ralfs.
Spirogyra nitida (Dillw.) Linck.
 irregularis Naeg.
 gracilis Ktz.
Mougeotia genuflexa (Dillw.) Ag.
 pervula Hass.

Protococcales.

Chlamydomonas angulosa Dill.
 intermedia Chod.
 longistigma Dill.
 pisiformis Dill.
 variabilis Dang.

Carteria obtusa Dill.

Eudorina elegans Ehrb.
Pandorina morum Bory. } при массовом
Volvox globator L. } развитии
 aureus Ehrb. } 3м.

Lobomonas Francei Dan.
Pteromonas alata (Cohn.) Sel.
Phacotus lenticularis St.
Tetraspora gelatinosa (Vauch.) Desv.
 explanata Ag.
Dimorphococcus lunatus A. Br.
Raphidium polymorphum Ktz., сравн. 3м.
Schroederia setigera Lemm., также 3м.
Richterella botryoides (Schmidl.) Lemm.,
 также 3м.

Golenkinia radiata Chod.
Protococcus botryoides (Ktz.) Kirchn.
Pediastrum duplex Meyen.
 Kawraiskyi Schmidl.
 tetras (Ehrb.) Ralfs.
 Rotula (Ehrb.) A. Br.

Actinastrum Hantzschii Lagerh.
Coelastrum microporum Naeg.
 reticulatum (Dang.) Senn.
Sphaerocystis Schroeteri Chod.
Hydrodictyon utriculatum (L.) Lagerh.
Botryococcus Braunii Ktz.

Confervales.

Ulothrix variabilis Ktz.
Ulothrix subtilis var. *variabilis* (Ktz.)
 Kirchn.

Ulothrix zonata (W. et M.) Ktz.
Draparnaldia glomerata (Vauch.) Ag.
 plumosa (Vauch.) Ag.

Chaetophora elegans (Roth.) Ag.
Bulbochaete setigera Ag.
Coleochaete pulvinata A. Br.
Rhizoclonium hieroglyphicum (Ag.) Ktz.
Cladophora glomerata Ktz.
Conferva depauperata (Wille) Balach. =
 (*C. tenuissima*).

Vaucheria, некоторые виды.

Florideae.

Lemanea torulosa (C. Ag.) Sirod.
Batrachospermum moniliforme Roth.

Bryophyta.

Fontinalis antipyretica L.
Amblystegium riparium Schimp.

Pteridophyta.

Salvinia natans All.
Isoetes lacustris L.
Monocotyledoneae.
Potamogeton pectinatus L.
 crispus L.

Lemna trisulca L.

Dicotyledoneae.

Nuphar luteum Sm., хорошо переносить
 и загрязнения, не служить их пока-
 зателемъ.

Nymphaea alba L., тоже.

Животные.

Rhizopoda.

Amoeba proteus Leid. (= *A. princeps* Ehrb.)
Diffugia globulosa Duj.; } отчасти 3м.
 pyriformis Perty.
 urceolata Cart.
 acuminata Ehrb.
 corona Wall., отчасти 3м.
 hydrostatica Zach.
 limnetica Levand. и другие виды.

Lesquereusia spiralis (Ehrb.).

Euglypha globosa (Cart.) = *Sphenoderia*
 lenta Schl.

Cyphoderia ampulla (Ehrb.). Leid.

Cyphidium aureolum Ehrb.

Microgromia socialis Hertw. et Less.,
 также 3м.

Helliozoa.

Raphidiophrys pallida F. E. Sch., также 3м.
Acanthocystis turfacea Cart., иногда 3м.

Flagellata.

Dimorpha alternans Klebs. }
Bicoeca lacustris I.-Cl. } Отчасти
 oculata Zach. } 3м.
Diplosiga frequentissima }
 Zach. }

Ciliata.

Holophrya ovum Ehrb. отчасти 3м.

Rhabdostyla ovum Kent.

Lacrymaria olor Ehrb.

Trachelius elephantinus Svec.

Dileptus trachelioides Zach.

Ophryoglena atra Lieberk.

Frontonia acuminata (Ehrb.) (= *Ophryogi.*
 acuminata et *atra* Ehrb.).

Strombidium adhaerens Schew. (= *S. sul-*
 catum Cl. et L.).

Strombidium turbo Cl. et L., отчасти 3м.

Codonella lacustris Entz, также 3м.

Oxytricha ferruginea St.

Stylonychia pustulata Ehrb., часто 3м.
 histrio (O. F. M.).

Vorticella nebulifera Ehrb.

Carchesium polypinum Ehrb., также β m.

Ophrydium versatile Ehrb.

Sactoria.

Большинство представителей этой группы, за исключением *Staurorhiza elegans* Zach., вероятно, относятся скорее к предыдущим показательным группам.

Hydroidea.

Сравни β m.

Cordylorhiza lacustris All., встречается преимущественно в солоноватых водах.

Hydra vulgaris Pall. (= *H. grisea* L.).

• *oligactis* Pall. (= *fusca* L.).

• *polypus* L.

• *viridis* L.

Vermes.

Haplotaxis gordioides (Hartm.) (= *Phreogryctes menkeanus* Hoffm.).

Chaetogaster diaphanus (Gruith.), отчасти β m.

Gordius aquaticus Duj.

Polycelis cornuta O. Schm.

Planaria gonocephala Dug.

Vortex pictus O. Schm., также β m.

Rotatoria et Gastrotricha.

Floscularia cornuta Dob.

Tubicolaria najas Ehrb.

Asplanchna brightwelli Goss.

Sacculus viridis Goss., также β m.

Triarthra breviseta Goss.

Rattulus capucinus W. et Z. (= *Mastigocerca hudsoni* Lauterb.), также β m.

Diurella stylata Eyf. (*Ratt. bicornis* Western).

Salpina brevispina Ehrb.

Euchlanis dilatata Ehrb., отчасти β m.

Pompholyx complanata Goss.

Anurea hypelasma Goss.

Notholca foliacea Ehrb., также β m.

• *longispina* Kell.

• *scapha* Goss.

Gastroschiza flexilis Jaeg. } также

Ploesoma truncatum Levand } β m.

Gastropus stylifer Imh. (= *Hudsonella pygmaea* Calm.), отчасти β m.

Anapus ovalis Berg. } также

• *testudo* Laut. } β m.

Schizocerca diversicornis Dod., отчасти β m.

Pedalion mirum Huds.

Ichthydium podura O. F. M.

Chaetonotus maximus Ehrb., распространен в колодцах иногда β m.

Chaetonotus latus O. F. M., иногда β m.

Bryozoa.

Cristatella mucedo Cuv.

Fredericella sultana (Bl.) Gerv.

Paludicella ehrenbergi v. Ben.

Mollusca.

Limnaea stagnalis (L.) Lam.

Limnaea palustris Müll. } также

• *peregra* Müll. } β m.

Amphipelea glutinosa Müll.

Physa fontinalis (L.) Drap. }

• *acuta* Drap. } также

Aplexa hypnorum L. } β m.

Planorbis corneus (L.) Pf.

• *marginatus* Drap.

• *carinatus* Müll. и другие виды.

Ancylus fluviatilis Müll. } также

• *lacustris* L. } β m.

Anodonta mutabilis Cless., многие разновидности очень выносливы.

Margaritana margaritifera L.

Unio pictorum L., вынослива!

• *batavus* Lam.

Pisidium amnicum Müll.

• *fossarinum* Cless.

Dreissensia polymorpha Pall., особенно типична для о-водъ.

Crustacea.

Astacus fluviatilis Fabr.

Gammarus pulex De G.

Niphargus puteanus C. L. Koch.

Cyclops viridis Jur.

• *albidus* Jur.

• *serrulatus* Fisch., также β m.

• *bicuspidatus* Claus.

• *fuscus* Jur.

• *oithonoides* Sars.

Diaptomus gracilis Sars.

• *graciloides* Lillj.

• *laciniatus* Lillj.

Eurytemora velox (Lillj.).

Cantocamptus minutus Claus.

Cypris virens (Jur.) } также

• *incongruens* (Ramd.) } β m.

Sida crystallina (O. F. M.).

Diaphanosoma brachyurum (Liév.).

• *leuchtenbergianum* S. Fisch.

Holopedium gibberum Zadd.

Daphnia hyalina Leyd. и subsp. *galeata* Sars.

Daphnia (*Hyalodaphnia*) *cucullata* G. Sars.

(= *D. (Hyalod.) kahlbergiensis* Schoed.).

Scalopholeberis mucronata (O. F. M.).

Simoccephalus vetulus (O. F. M.) Schoed.

Ceriodaphnia reticulata (Jur.), отчасти β m.

Bosmina longirostris (O. F. M.) и v. *cornuta* Jur., также β m.

Bosmina coregoni Baird. и v. *gibbera* Schoed.

Acroperus harpae Baird.

Leidigia quadrangularis (Leyd.) } также

Lynceus (*Alona*) *guttatus* (Sars.) } β m.

Bythotrephes longimanus Leyd.

Leptodora kindtii (Fock).

Argyronetidae.

Argyroneta aquatica Cl.

Hydrachnidae.

Большинство представителей относится къ типичн. о.

Atax crossipes O. F. M.

Neumania spinipes Müll.

Curvipes nodatus Müll.

• *rufus* C. L. Koch.

Hygrobatas nigro-maculatus Leb.

Limnochares holosericea Latr.

Orthoptera. Личинки.

Libellula depressa L. и другіе виды.

Aeschna grandis L.

Calopteryx virgo L., также 3m.

Agriion puella L.

Ephemera vulgata L.

Polymytarcis (*Palingenia*) *virgo* Ol.

Prosopistoma foliaceum Fourcr.

Baetis нѣкотор. виды.

Heptagenia (*Ecdyurus*) *fluminum* Pict.

Cloë diptera L., отчасти 3m.

Perla bicaudata L.

• *pubecula* Newm.

Taeniopteryx trifasciata Pict.

Nemura variegata Oliv.

Neuroptera.

Phryganea striata L., личинки.

• *grandis*, личинки.

Sericostonia, личин., разные виды. } также

Brachycentrus subnubilus Curt. } 3m.

Leptocerus annulicornis Steph.

Rhyacophila vulgaris Pict. и другіе виды.

Hydroptila sparsa Curt. и многіе другіе представители.

Hemiptera.

Hydrometra lacustris L. } какъ пока-

• *rufoscutellata* Cuv. } затели не

Limnobates stagnorum Cuv. } надежны.

Nepa cinerea L., чувствительна къ недостатку кислорода.

Ranatra linearis L., также 3m.

Aphelocheirus aestivalis Fabr.

Corixa striata L. чувствительна къ недостатку кислорода.

Notonecta glauca L., меньше чувствительна чѣмъ предыдущая.

Diptera.

Corethra plumicornis Fabr., личинки очень выносливы.

Coleoptera.

Dytiscus marginalis L., личинки и жуки; какъ и другіе хищники, можетъ заходить при преслѣдованіи добычи и въ мезосапробныя воды.

Acilius sulcatus L., личинки и жуки.

Colymbetes fuscus L., " "

Agabus bipustulatus L., " "

Gyrinus natator L., " "

какъ показатель ненадеженъ.

Hydrophilus piceus L., личинки и жуки; и мн. др.

Pisces. (Болѣе чувствительные виды указаны въ концѣ).

Gasterosteus pungitius L.

Esox lucius L.

Lota vulgaris Cuv.

Gobio fluviatilis Cuv.

Scardinius erythrophthalmus L.

Blicca björkna L.

Lucioperca sandra L.

Acerina cernua L.

Idus melanotus H. et Kn.

Abramis brama L.

Leuciscus rutilus L.

Perca fluviatilis L.

Trutta fario L.

Amphibia.

Triton cristatus Laur.

• *taeniatus* Schn.

ПРИЛОЖЕНІЯ.

Таблица. I.

Международные атомные вѣса на 1911 г.

$O=16,00$ ($H=1,008$).

1. Азотъ N	14,01	41. Неонъ Ne	20,2
2. Аллюминій Al	27,1	42. Никкель Ni	58,68
3. Аргонъ A	39,88	43. Нюбій Nb	93,5
4. Барій Ba	137,37	44. Олово Sn	119,0
5. Бериллій Be	9,1	45. Осмій Os	190,9
6. Боръ B	11,0	46. Палладій Pd	106,7
7. Бромъ Br	79,92	47. Платина Pt	195,2
8. Ванадій V	51,06	48. Празеодимъ Pr	140,6
9. Висмутъ Bi	208,0	49. Радій Ra	226,4
10. Водородъ H	1,008	50. Родій Rh	102,9
11. Вольфрамъ W	184,0	51. Ргуть Hg	200,0
12. Гадолиній Gd	157,3	52. Рубидій Rb	85,45
13. Галлій Ga	69,9	53. Рутеній Ru	101,7
14. Гелій He	3,99	54. Самарій Sm	150,4
15. Германій Ge	72,5	55. Свинецъ Pb	206,9
16. Диспрозий Dy	162,5	56. Селень Se	79,2
17. Европій Eu	152,0	57. Серебро Ag	107,88
18. Желѣзо Fe	55,85	58. Силицій Si	28,3
19. Золото Au	197,2	59. Скандій Sc	44,1
20. Индій In	115,0	60. Стронцій Sr	87,63
21. Иридій Ir	193,0	61. Сурьма Sb	120,2
22. Иттербій Yb	172,0	62. Сѣра S	32,07
23. Иттрий Y	89,5	63. Таллій Tl	204,0
24. Іодъ J	126,97	64. Танталъ Ta	181,0
25. Кадмій Cd	112,40	65. Теллуръ Te	127,5
26. Калий K	39,10	66. Тербій Tb	159,2
27. Кальцій Ca	40,1	67. Титанъ Ti	48,1
28. Кислородъ O	16,0	68. Торій Th	232,5
29. Кобальтъ Co	58,97	69. Тулій Tu	168,2
30. Криптонъ Kr	81,8	70. Углеродъ C	12,0
31. Ксенонъ X	128,0	71. Уранъ U	238,5
32. Лантанъ La	139,0	72. Фосфоръ P	31,0
33. Литій Li	6,94	73. Фторъ F	19,0
34. Магній Mg	24,32	74. Хлоръ Cl	35,46
35. Марганецъ Mn	54,93	75. Хромъ Cr	52,0
36. Молибденъ Mo	96,0	76. Цезій Cs	132,81
37. Мышьякъ As	74,96	77. Церій Ce	140,24
38. Мѣдь Cu	63,57	78. Цинкъ Zn	65,37
39. Натрій Na	23,0	79. Цирконій Zr	90,6
40. Неодимъ Nd	144,3	80. Эрбій Er	167,4

Таблица II.

Вѣсь нѣкоторыхъ газовъ и паровъ при 0° и 760 мм.

	1 куб. сант. вѣситъ мгрм.	1 мгр. имѣетъ объемъ въ куб. сант.		1 куб. сант. вѣситъ мгрм.	1 мгр. имѣетъ объемъ въ куб. сант.
Кислородъ	1,430	0,699	Хлористый водородъ . .	1,635	0,612
Водородъ	0,089	11,496	Сѣроводородъ	1,522	0,657
Азотъ	1,256	0,796	Амміакъ	0,761	1,314
Хлоръ	3,18	0,314	Сѣрнистая кислота . . .	2,87	0,349
Бромъ	7,16	0,140	Углекислота	1,977	0,506
Іодъ	11,3	0,088	Воздухъ	1,293	0,774
Ртуть	8,9	0,112			

III. Программы изслѣдованій при изысканіи новыхъ источниковъ для водоснабженія Петрограда.

Программы изслѣдованій новыхъ источниковъ для водоснабженія по порученію петроградскаго городского самоуправления были составлены 1905 г. особой „Соединенной комиссіей“, работавшей подъ предсѣдательствомъ петроградскаго городского Головы Н. А. Рѣзцова, въ которую вошли, кромѣ состава петроградской городской исполнительной комиссіи по водоснабженію, представители отъ геологическаго комитета, отъ отдѣленія физической географіи Императорскаго русскаго географическаго общества, Императорскаго русскаго техническаго общества, отъ общества горныхъ инженеровъ, отъ Высочайше утвержденнаго общества охраненія народнаго здравія и отъ метеорологической комиссіи Императорскаго русскаго географическаго общества, а также отдѣльныя лица, могущія своими специальными познаніями и научнымъ авторитетомъ быть полезными дѣлу.

Программа санитарныхъ изслѣдованій Ладожскаго озера съ прилегающимъ побережьемъ.

Ладожское озеро образуется изъ водъ различнаго происхожденія. Всѣ эти воды смѣшиваются и очищаются въ Ладожскомъ бассейнѣ, благодаря физическимъ, химическимъ и біологическимъ процессамъ, а также движенію воды въ

озерѣ. Направляясь съ сѣвера по западному берегу озера къ истоку р. Невы, озерная вода у названнаго мѣста является водою постояннаго состава, съ весьма незначительными его колебаніями въ зависимости отъ метеорологическихъ и другихъ факторовъ.

Главную задачею санитарныхъ изслѣдованій является выясненіе вопроса, въ какихъ мѣстахъ намѣченной части Ладожскаго озера можно найти воду, по качеству и постоянству состава вполне пригодную для водоснабженія столицы.

Для осуществленія этой задачи необходимо:

А. Произвести рядъ полныхъ физико-химическихъ, бактеріологическихъ и биологическихъ изслѣдованій воды, взятой въ разныхъ пунктахъ намѣченнаго района озера, а равно и въ истокѣ Невы.

Такія изслѣдованія нужно произвести весной, лѣтомъ, осенью и зимой, не менѣе одного раза въ каждый сезонъ.

Вода для повторныхъ изслѣдованій должна забираться въ однихъ и тѣхъ же пунктахъ, для чего послѣдніе нужно точно фиксировать.

Пробы для этихъ изслѣдованій надо забирать по возможности одновременно (въ одинъ день).

Б. Произвести рядъ сокращенныхъ изслѣдованій пробъ воды, взятыхъ въ различныхъ пунктахъ намѣченнаго района озера, между мысомъ Осиновцемъ и Остермановской дачей въ разныхъ разстояніяхъ отъ берега и на разныхъ глубинахъ, а также въ рѣчкахъ и ручьяхъ, впадающихъ въ озеро въ этой части.

Примѣчаніе. Для выясненія вопроса о постоянствѣ состава и возможныхъ вліяній на него различныхъ факторовъ можетъ встрѣтиться необходимость производить изслѣдованія воды и внѣ границъ намѣченнаго района.

Указанныя сокращенныя изслѣдованія должны производиться, по возможности, чаще и во всякомъ случаѣ не менѣе одного раза въ недѣлю и особенно въ критическіе моменты (въ періодъ весенняго снѣготаянія, волненія, цвѣтенія и проч.).

При этихъ сокращенныхъ изслѣдованіяхъ, въ числѣ прочихъ опредѣленій нужно особенное вниманіе обратить на количество и качество взвѣшенныхъ (мутъ) и количество растворенныхъ органическихъ (окраска) веществъ.

Во время забирая образцовъ воды для изслѣдованія необходимо наблюдать температуру воды и воздуха и отмѣчать состояніе погоды (направленіе и силу вѣтра, облачность и проч.). Важно также знать и состояніе погоды въ дни, предшествовавшіе забирая образцовъ воды (были-ли дожди и проч.).

Изслѣдованія должны производиться на мѣстѣ, такъ какъ ихъ нужно производить тотчасъ послѣ взятія пробъ.

Примѣчаніе. Работы должны, по меньшей мѣрѣ, обнимать періоды: зимній, весенній, осенній и 2 лѣтнихъ.

В. Собрать, по возможности, подробныя свѣдѣнія:

1) О количествѣ прибрежнаго, начиная съ границъ Финляндіи, населенія, заболѣваемости его инфекционными желудочно-кишечными болѣзнями, степени возможнаго загрязненія поверхностныхъ слоевъ почвы и проч.

2) О судоходномъ движеніи въ указанномъ районѣ, могущемъ оказывать вліяніе на качество воды, то есть, о количествѣ судовъ, проходящихъ въ навигаціонное время, стоянкахъ этихъ судовъ, способовъ отопленія ихъ (нефть, уголь и

проч.), количествѣ населенія ихъ (рабочихъ и пассажировъ), условіяхъ жизни и и заболѣваемости населенія ихъ и проч.

Намѣченные изслѣдованія слѣдуетъ произвести особенно тщательно, чтобы имѣть возможность съ увѣренностью указать мѣсто, откуда, дѣйствительно, можно получить безупречную, съ санитарной точки зрѣнія, воду для снабженія ею Петрограда. Для этихъ изслѣдованій, не останавливаясь передъ матеріальными затратами, необходимъ подборъ изслѣдователей безусловно опытныхъ. Слѣдовало-бы въ виду крайней важности правильнаго рѣшенія вопроса о проведеніи воды изъ Ладожскаго озера съ санитарной точки зрѣнія, общее руководство вышеуказанными санитарными изслѣдованіями возложить, не на одно лицо, а на небольшую подкомиссію изъ лицъ, вполнѣ компетентныхъ въ санитарныхъ изслѣдованіяхъ ¹⁾. Такая подкомиссія должна принять на себя всю отвѣтственность за правильность веденія изслѣдованій и оцѣнки получаемыхъ результатовъ, а потому она, въ свою очередь, должна быть снабжена нужными средствами и уполномочена оборудовать временную лабораторію, подыскать нужный персоналъ для производства изслѣдованій и приглашать на свои совѣщанія лицъ, кои, по ея мнѣнію, могутъ быть полезны своими знаніями и опытомъ.

Одновременно съ санитарными изслѣдованіями Ладожское озеро было изслѣдовано соотвѣтствующими специалистами еще по слѣдующимъ специальнымъ программамъ.

Программа гидрографическихъ изслѣдованій.

1) Промѣрные работы у юго-западнаго берега Ладоги должны быть произведены къ сѣверу и къ югу отъ устья рѣки Морьи на протяженіи, сколько это окажется нужнымъ, въ общемъ около 15 морскихъ миль вдоль берега, руководствуясь тѣмъ, что водопріемники должны быть заложены на мѣстѣ, имѣющемъ глубину не менѣе 30 футовъ и въ разстояніи приблизительно 1½ морскихъ миль отъ берега. Эти работы, имѣющія цѣлью опредѣлить рельефъ дна въ прибрежной полосѣ, удобнѣе всего произвести въ зимній періодъ, и если-бы оказалось еще не позднимъ, то начать даже нынѣ, въ мартѣ мѣсяцѣ.

2) Собираніе образцовъ грунта и изслѣдованіе образованія и движенія наносовъ въ районѣ производимыхъ промѣровъ.

3) Наблюденіе надъ замерзаніемъ озера и состояніемъ льда въ зимнее время для выясненія степени его нагроможденія въ вышеуказанномъ районѣ прибрежной полосы. Съ этой цѣлью, кромѣ поѣздокъ въ разное время ледяного періода, слѣдуетъ организовать постоянныя наблюденія, устройвъ станціи въ двухъ наиболее удобныхъ пунктахъ.

4) Опредѣленіе теченія на поверхности и на глубинѣ 3 метровъ отъ дна въ вышеозначенномъ районѣ, а также и на другихъ глубинахъ, если окажется нужнымъ.

5) Опредѣлить колебанія уровня самопишущими приборами въ двухъ станціяхъ вышеуказаннаго района.

6) Производить наблюденія надъ температурою воды на поверхности и у

¹⁾ Въ составъ этой подкомиссіи вошли профессора: С. А. Пржибытекъ, Г. В. Хлопинъ и С. В. Шидловскій (предс.)

дна, а также на промежуточных глубинах, насколько окажется нужнымъ, не менѣ одного раза въ недѣлю и не менѣ какъ въ двухъ пунктахъ, причемъ отмѣчать и состояніе погоды (направленіе и силу вѣтра, температуру воздуха, облачность и разныя явленія).

Полезно было-бы также для выясненія возможности образованія придоннаго льда получить данныя о температурѣ у дна въ двухъ пунктахъ, посредствомъ-ли самопишущихъ приборовъ или непосредственными наблюденіями.

Программа геологическихъ изслѣдованій.

- 1) Произвести геологическія изслѣдованія береговой полосы Ладожскаго озера въ районѣ отъ м. Сосновицы до Остермановской дачи.
- 2) Зондировка озернаго дна въ нѣкоторыхъ пунктахъ, подлежащихъ изслѣдованію.

IV. Свѣдѣнія, которыя должно сообщать Химической Лабораторіи Гидрометрической Части Европейской Россіи вмѣстѣ съ результатами анализа воды изъ рѣкъ, ручьевъ, балокъ и каналовъ.

Отвѣты на нижеизложенные вопросы имѣютъ не одинаковое значеніе при использованіи результатовъ анализа. Последніе не могутъ представлять интереса для Химической Лабораторіи Гидрометрической Части, если отсутствуютъ слѣдующія свѣдѣнія: мѣстоположеніе (I,1); названіе источника (I,2), указаніе лица, сообщившаго свѣдѣнія (I,15); санитарное состояніе источника (I,5); время взятія образца (II,7) и указаніе аналитика и лабораторіи (III,2); если анализъ имѣетъ своей задачей опредѣленіе взвѣшенныхъ въ водѣ веществъ, то необходимо также указаніе способа взятія образца (II,4), разстоянія мѣста взятія образца отъ берега и глубины, съ которой взять образецъ, (I,11) и глубины и ширины водотока въ данномъ мѣстѣ (I,7). Вмѣстѣ съ тѣмъ крайне желательно имѣть отвѣты и на остальные вопросы. Если по какому-либо изъ предлагаемыхъ вопросовъ нѣтъ возможности дать точныя свѣдѣнія, то желательнымъ представляется, чтобы были сообщены хотя-бы приблизительныя данныя, если таковыя имѣются. Въ сообщеніи это слѣдуетъ соотвѣтственно оговорить. Отсутствіе свѣдѣній по тому или другому вопросу должно отмѣтить чертой (прочеркнуть).

При сообщеніи результатовъ анализа (III,4) необходимо указать, какой методъ и при какихъ условіяхъ былъ примѣненъ для каждого опредѣленія (предпочтительнѣе имѣть излишнюю подробность, чѣмъ невыясненность условій выполненія того или другого опредѣленія). При этомъ слѣдуетъ отмѣчать объемъ воды, который взять для опредѣленія; особенно важно знать объемъ ея, взятый для тѣхъ опредѣленій, результаты которыхъ отмѣчаются отрицательно („нѣтъ“) или какъ неопредѣлимые содержанія („слѣды“); въ обоихъ послѣднихъ случаяхъ важно знать, вообще говоря, при какихъ условіяхъ, опредѣляющихъ чувствительность метода (степень сгущенія взятаго объема воды, концентрація реактивовъ, количество взятыхъ реактивовъ и пр.), полученъ данный результатъ.

Отрицательные результаты того или другого опредѣленія слѣдуетъ отмѣчать словами: „нѣтъ“, „не найдено“ и т. п.; въ отличіе отъ этого должно прочеркивать (ставить черту) въ графахъ, предназначенныхъ для внесенія результатовъ опредѣленія тѣхъ примѣсей воды, которыя при данномъ анализѣ не опредѣлялись. Необходимо указать формулой, на что вычисленъ результатъ того или другого опредѣленія (напримѣръ, при опредѣленіи сѣрноокислыхъ солей: SO или SO_4 “ и т. п.).

Въ частности по отношенію къ результатамъ отдѣльныхъ опредѣленій должно отмѣтить слѣдующее.

1) Реакція воды.

Если опредѣлялась щелочность или кислотность воды, то результаты такихъ опредѣленій слѣдуетъ дать въ этой графѣ. Необходимо указывать, опредѣлялась ли щелочность тотчасъ послѣ взятія образца или послѣ извѣстнаго промежутка времени.

2) Растворенный въ водѣ кислородъ, сѣроводородъ, угольная кислота, закись желѣза и другія примѣси, содержанія которыхъ быстро мѣняются.

Необходимо отмѣчать выполнялись-ли опредѣленія на мѣстѣ взятія образца или послѣ извѣстнаго промежутка времени.

3) Сѣрная кислота.

Необходимо указать, осаждался-ли сѣрноокислый барій въ водѣ непосредственно, или въ предварительно окисленной водѣ, или въ растворѣ прокаленного сухого остатка и т. п.

4) Сухой остатокъ воды.

Кромѣ указаній температуры, при которой сушился остатокъ и объема воды, который былъ взятъ для выпариванія, желательно имѣть указанія относительно матеріала (платина, стекло, фарфоръ и проч.) и приблизительныхъ размѣровъ (емкость, діаметръ) чашки, въ которой производилось опредѣленіе.

5) Потеря въ вѣсѣ сухого остатка отъ прокаливанія.

Желательно, чтобы было указано: а) температура, при которой прокаливался сухой остатокъ (напр., достигалось-ли красное каленіе, какъ долго держалась высокая температура и т. п.); б) взятый объемъ воды, матеріалъ и размѣры чашки (какъ въ предыдущемъ); в) обрабатывался-ли прокаленный остатокъ углесамоніевой солью и, если обрабатывался, то при какихъ условіяхъ, а также при какихъ условіяхъ удалялся избытокъ этой соли (нагрѣваніемъ при опредѣленной температурѣ, на голомъ огнѣ и проч.); г) не принималась-ли во вниманіе при вычисленіи потери отъ прокаливанія потеря угольного ангидрида.

I. Свѣдѣнія объ источникѣ воды.

1. Мѣстоположеніе источника (губ., уѣздъ, волость и пр.).
2. Названіе источника.
3. Владѣлецъ его.

4. Назначеніе воды (питьевая, для паров. котла, водопойная, поливная и проч.).
5. Санитарное состояніе источника и

- окружающей его площади (особенно лежащей выше по течению), характер почвы, положеніе относительно населенных пунктов, дорогъ, мостовъ, плотинъ и прочее, могущее вліять на составъ примѣсей воды.
6. Бассейнъ рѣки, если образецъ воды взять не изъ главной рѣки.
 7. Скорость теченія (быстрое, медленное и т. п.; если имѣются, слѣдуетъ сообщить данныя, относящіяся къ ширинѣ и глубинѣ водотока въ мѣстѣ взятія образца и въ ближайшихъ къ нему мѣстахъ, а также данныя по колебанію уровня, по расходу воды въ разное время и т. п.).
 8. Условія питанія водотока и не пересыхаетъ-ли онъ.
 9. Разстояніе мѣста взятія образца отъ устья.
 10. Разстояніе мѣста взятія образца отъ выше и ниже него впадающихъ притоковъ.
 11. Разстояніе мѣста взятія образца отъ берега: глубина, съ которой взять образецъ.
 12. Петрографическій составъ береговъ.
 13. Состояніе береговъ (высокій, низкій, обрывистый, заливаемый высокими водами, чистый, покрытый растительностью, размываемый, наносный и т. д.).
 14. Ложе рѣки (скалистое, гравелистое, песчаное, илистое, торфянистое, чистое, заросшее и т. д.).
 15. Кѣмъ сообщены изложенныя свѣдѣнія (въ случаяхъ сообщенія различныхъ данныхъ разными лицами отмѣтить, кѣмъ какія именно данныя сообщены).

II. Свѣдѣнія о взятіи пробы воды.

1. Состояніе погоды (осадки, вѣтеръ, его направленіе и пр.).
2. Высота барометра.
3. Температура:
 - 1) воды,
 - 2) воздуха.
4. Способъ взятія образца воды.
5. Взятое количество воды.
6. Укупорка образца воды.
7. Время взятія образца воды.
8. Кѣмъ взять образецъ воды.

III. Свѣдѣнія объ изслѣдованіи воды.

1. Время выполненія анализа.
2. Лабораторія, въ которой выполненъ данный анализъ; при этомъ слѣдуетъ указать завѣдывающаго лабораторіей и выполнявшаго анализъ.
3. Не анализировалась-ли вода данного источника ранѣе. Если анализировалась, то когда и кѣмъ; гдѣ результаты этого изслѣдованія находятся. Если результаты старыхъ анализовъ не были опубликованы или если и были, но въ мало распространенномъ изданіи, то эти результаты слѣдуетъ здѣсь-же сообщать по схемѣ, соответствующей данной въ п. 4 съ указаніемъ, по возможности, тѣхъ свѣдѣній, которыя предусматриваются настоящимъ бланкомъ.

4. Результаты анализа воды (необходимо указать, даются-ли числа въ граммахъ на литръ воды или въ другихъ наименованіяхъ):

Опредѣляемые вещества.	На какое вещество вычисленъ результатъ опредѣленія	Результаты анализа (числа даны въ на воды)	Какой методъ былъ примѣненъ для каждого опредѣленія и какія условія при этомъ соблюдались.
1) Цвѣтъ 2) Запахъ 3) Вкусъ 4) Мутность и характеръ мути (осадка) 5) Прозрачность 6) Выдѣленіе газовъ 7) Измѣненіе при стояніи 8) Общее содержаніе взвѣшенныхъ веществъ (сушились при °) 9) Потеря въ вѣсъ ихъ отъ прокаливанія 10) Вѣсъ ихъ послѣ прокаливанія 11) Растворенный въ водѣ кислородъ 12) Сѣроводородъ 13) Реакція воды 14) Свободная угольная кислота 15) Полусвязанная угольная кислота 16) Связанная угольная кислота 17) Кремневая кислота 18) Сѣрная кислота 19) Хлористоводородная кислота 20) Азотная кислота 21) Азотистая кислота 22) Амміакъ 23) Глиноземъ 24) Окись желѣза 25) Зикись желѣза 26) Известь 27) Магnezія 28) Окись натрія 29) Окись калия			

Опредѣляемые вещества.	На какое вещество вычисленъ результатъ опредѣленія	Результаты анализа (числа даны въ на воды)	Какой методъ былъ примѣненъ для каждого опредѣленія и какія условія при этомъ соблюдались.
30) Требуется $KMnO_4$ на окисленіе воды 31) Жесткость въ градусахъ а) общая б) постоянная в) временная 32) Сухой остатокъ (температура сушенія °, чашка емкостью около куб. см. діаметромъ около к. см. 33) Потеря въ вѣсъ его отъ прокаливанія 34) 35) 36) 37) 38) 39) 40)			

IV. Дополнительные данныя, которыя найдетъ нужнымъ сообщить лицо, дающее вышеизложенныя свѣдѣнія.

Бланкъ составилъ 6 марта 1915 г.
Завѣдывающій Химическою Лабораторіею П. Кашиинскій ¹⁾.

Свѣдѣнія и результаты анализа сообщилъ (время и подпись):

¹⁾ Покорнѣйшая просьба сообщать замѣчаемые въ бланкѣ неясности, пропуски и др. недочеты по адресу: Петроградъ, Сосновка, зданіе Политехническаго Института, Химич. Лаборат. Гидрометрической Части.

V. Распределение источниковъ загрязненія водоемовъ по группамъ съ характеристикой спускаемыхъ ими сточныхъ водъ и твердыхъ отходовъ.

1. Горная промышленность.

- 1) Добываніе золота: ртуть, ціанистый калий, хлоръ.
- 2) Мѣдно-свинцовые и цинкоплавильные заводы: свободныя минеральныя кислоты, сѣрнокислая мѣдь, хлористый кальцій, свинцовыя соли, цинкъ, цинковая сажа (раймовка) и мѣдь.
- 3) Ртутные заводы: ртуть и ртутныя соединенія, зола, ртутная сажа (раймовка).
- 4) Рудники (добываніе рудъ): отбросы, соотвѣтствующіе химическому составу и способамъ обработки руды (обжиганіе, промывка).
- 5) Угольные копи, мойка углей: хлористыя соли натрія, калия, магнія, кальція, барія и стронція, сѣрнокислый алюминій и желѣзо, свободная сѣрная кислота; угольная пыль; рудничная вода (соотвѣтствующая горной породѣ); отбросы людей и животныхъ, остатки освѣтительныхъ матеріаловъ; глисты (*Anchylostoma duodenale*).
- 6) Чугунно-плавильные, желѣзо-дѣлательные и желѣзо-прокатные заводы: шлаки, флюсы, продукты сухой перегонки изъ генераторовъ; остатки рудъ и металлическіе отбросы.

2. Обработка металла.

- 1) Гальванизированіе: свободныя кислоты, соли кальція, магнія, желѣза, цинка и мѣди; иногда синеродистое кали.
- 2) Зеркальное производство: ртуть, олово.
- 3) Никкелировочные заводы: никкель, мѣдь, цинкъ.
- 4) Фабрики желѣзныхъ издѣлій, проволочное, гвоздильное и проч. производства; свободныя минеральныя кислоты, хлористое и сѣрнокислое желѣзо, въ осадкахъ—окись желѣза, обрѣзки металла.
- 5) Производство прочихъ металлическихъ издѣлій: металлы соотвѣтственно производству и, часто, минеральныя кислоты.
- 6) Цинковальныя заводы: протравы, свободная соляная кислота, цинкъ.

3. Обработка дерева.

- 1) Лѣсопильные заводы: опилки.
- 2) Столярно-токарные заведенія, паркетныя и пр.: остатки дерева, опилки, клей, лаки, краски.

4. Обработка минеральныхъ веществъ.

- 1) Асфальтовые: асфальтъ, камениугольная смола, известковыя соединенія, хрящъ.

2) Известковые и алебастровые заводы: сѣрноокислый кальцій, углекислый кальцій и ѣдкая известь.

3) Кирпичные заводы и гончарное производство свинецъ, мѣдь, глина, хлористый натръ.

4) Производство изъ фарфора и стекла: глина, свинецъ краски, углекислыя щелочи кремнекислота; металлы, употребляемые для окраски, стекла; стекло.

5) Цементные заводы: соли кальція, глинозема и кремневой кислоты.

5. Химическія производства.

1) Газовые заводы и коксовые печи: соединенія амміака (углекислый, сѣрноокислый, сѣрноватистокислый, хлористый, сѣрнистый, роданистый, желѣзо-синеродистый); фенолы, роданистый и сѣрнистый кальцій, смолистыя вещества.

2) Динамитные и пироксилиновые заводы: сѣрная кислота, азотная кислота, известь, клѣтчатка, эфиръ.

3) Добываніе ацетилена: ѣдкій кальцій.

4) Добываніе древеснаго уксуса и спирта: крезолъ, хлористый кальцій, смолистыя вещества, дрожжевыя клѣтки и бактеріи, древесный уксусъ и древесный спиртъ.

5) Добываніе ультрамарина: сѣрноокислый натрій, сода, ѣдкій натръ, сѣрнистый натръ.

6) Производство бѣлизной извести: хлористое желѣзо, свободная соляная и сѣрная кислоты, хлоръ, мышьякъ, хлористыя соли кальція, магнія, алюминія, никкеля и кобальта; слѣды свинца; соединенія марганца.

7) Производство желѣзо-синеродистыхъ соединеній: соединенія ціана и сѣры.

8) Производство кали; хлористый натрій, хлористыя соли калия, магнія, кальція, сѣрноокислый магній.

9) Производство каменноугольныхъ красокъ: свободныя минеральныя кислоты, фенолы, нафтолы, нитро-соединенія, сульфокислоты и т. п., иногда мышьякъ; сѣрнистыя соединенія, пиридиновыя основанія, хиолинъ, анилиновое масло, резорцинъ и соотвѣтствующія краски.

10) Производство кислотъ:

а) неорганическихъ	}	остатки солей и кислотъ.
б) органическихъ		

11) Производство минеральныхъ красокъ: тяжелые металлы, свободныя кислоты и щелочи, ядовитыя газы.

12) Производство мыла, свѣчей, стеарина: остатки жира, мыло, щелочи, поваренная соль, глицеринъ, кристаллы маргарина, бактеріи, мирбановая эссенція (нитробензолъ).

13) Производство нефтяныхъ продуктовъ и парафина: минеральныя масла, кислоты, щелочи, нафтеновыя кислоты, нефтяные остатки.

14) Производство пикриновой кислоты: пикриновая кислота, азотная кислота, фенолы.

15) Производство резиновых издѣлій: сѣроуглеродъ, сѣра киноварь, свинецъ, сурьма, цинкъ, металлическія краски.

16) Производство соды: а) по способу Леблана: сѣрнистый кальцій, сѣрнистый натрій, сѣрноватистокислый кальцій, сѣрнистокислый кальцій, сѣрнистое желѣзо, ѣдкое кали, мышьякъ; въ осадкахъ—сѣра.

б) по амміачному способу Сольвэ: хлористый натрій, хлористый кальцій, сѣрнокислый кальцій, углекислый кальцій, амміачныя соли, сода.

17) Производство хромовокислыхъ солей: соли хромовой кислоты.

18) Производство фармацевтическихъ препаратовъ и парфюмерныхъ издѣлій: различные фармацевтическіе препараты, смотря по роду производства, сложные эфиры, тяжелые металлы (свинецъ, ртуть и др.).

6. Обработка волокнистыхъ веществъ.

1) Бѣлильныя заведенія: бѣлильная известь, хлористый кальцій, гипсъ, свободныя кислоты и щелочи, жирныя кислоты.

2) Красильни и красильныя заведенія: протравы (цинкъ, олово, свинецъ, мѣдь, хромовая кислота, мышьяковистая кислота), и соотвѣтствующія краски; въ осадкахъ также краски и соли тяжелыхъ металловъ.

3) Мочка льна и конопли: органическія кислоты (масляная, пропіоновая, уксусная) и легко загнивающія органическія вещества: фосфорнокислыя соли, углеводы.

4) Шерстомойни, суконныя фабрики, промывка хлопка и шелка: остатки шерсти, жиръ, химическія вещества для очистки шерсти (мышьякъ, квасцы, глиноземъ, соли олова, винный камень, сода, мыло), иногда споры сибирской язвы, волосы, масло, кровь, калъ, клей, ланолинъ, масляныя, стеариновыя кислоты, соли амміака, хлористый калий, волокна хлопка и шелка.

7. Обработка животныхъ продуктовъ.

1) Кишечныя: органическія вещества (упругія волокна), калъ, кишечныя бактеріи, болѣзнетворныя бактеріи (туберкулезъ, споры сибирской язвы), яйца глисть.

2) Клееваренныя: органическія вещества животного происхожденія, ѣдкая известь, органическія кислоты (масляная, валеріановая, пропіоновая), костный жиръ, клеевыя вещества.

3) Кожевенныя заводы: легко-загнивающія органическія вещества (кровь, гной, шерсть, дубильныя вещества, хлористый натрій, ѣдкая известь, сѣрнистый кальцій, сѣрнистый натрій, мышьякъ, споры сибирской язвы и чумныя бактеріи (при обработкѣ тарабаганьихъ шкуръ)), сѣроводородъ и краски.

4) Очистка перьевъ: частицы перьевъ, солома и навозъ.

8. Обработка питательныхъ продуктовъ.

А. Животнаго происхожденія.

1) Альбуминные заводы: кровяной пигментъ, органическія, легко гніющія вещества.

2) Бойни: кровь, жиръ, содержимое внутренностей, остатки мяса, навозъ, болѣзнетворные микробы (палочки бугорчатки), глисты; въ случаѣ примѣненія химическихъ способовъ очистки и обезвреживанія сточныхъ водъ—примѣси соотвѣтствующихъ веществъ.

3) Маслодѣлательные заводы: органическія кислоты, жиры животнаго и растительнаго происхожденія, кристаллы маргарина и стеарина.

4) Молочныя фермы: жиръ, бѣлки, молочный сахаръ, мыло, палочки бугорчатки.

5) Рыбные промыслы, заводы рыбныхъ и мясныхъ консервовъ: органическія вещества, остатки рыбы (чешуя, внутренности, кости, глаза), поваренная соль, сѣроводородъ, обрѣзки жести, олово, свинецъ, консервирующія вещества (салициловая кислота, борная кислота).

6) Салотопенные и маргариновые заводы: органическія кислоты, сало, болѣзнетворныя бактеріи (бугорчатка).

В. Растительнаго происхожденія.

1) Производство кваса и искусственныхъ минеральныхъ водъ: органическія вещества (бѣлки, крахмаль, органическія кислоты); красящія вещества; оболочки плодовъ и ягодъ, ихъ зерна.

2) Маслобойные заводы: сѣрная кислота, остатки сѣмянъ, маслянистыя вещества, гумми и смолистыя вещества, хлористый цинкъ клѣтчатка.

3) Мукомольни: отруби, крахмаль.

4) Кондитерскія фабрики (издѣлія изъ фруктовъ и ягодъ): остатки фруктовъ и ягодъ (кожура, зерна), органическія кислоты, бродильные грибки, каменноугольныя краски, сахаринъ.

5) Пивоваренные, винокуренные, солодовенные и дрожжевые заводы: легко загнивающія органическія вещества, остатки клѣтчатки, органическія кислоты (уксусная, молочная), углеводы, дрожжевыя клѣтки, колоніи *Leptomit*us, бактеріи и инфузоріи; частички размолотаго зерна; колоніи *Beggiatoa alba*.

6) Производство крахмала (изъ картофеля, маиса, пшеницы и риса): остатки промоевъ (гумусовыя вещества, корешки и мелкія части картофеля, растворенныя легко-загнивающія органическія вещества, крахмальные зерна и клѣтчатка), поваренная соль; при кислыхъ способахъ—органическія вещества, перешедшія въ молочное броженіе и легко загнивающія. По берегамъ каналовъ—разростаніе *Leptomit*us, въ осадкахъ колоніи *Beggiatoa*.

7) Свеклосахарное производство: сахаръ и другія растворимыя вещества свеклы: калийныя соли органическихъ кислотъ (уксусной, масляной, молочной), аспарагинъ, глютаминъ, альбумоза и продукты распада бѣлковъ,

пектиновые вещества; бактерии (*Leptomitius*, *Spherotilis*), частицы свеклы и землистых веществ; горячія конденсаціонныя воды, освѣтляющія вещества.

9. Обработка тряпья и бумажной массы.

1) Писчебумажныя и картонныя фабрики: органическія вещества (клѣтчатка, остатки тряпокъ), клей, свободная сѣрнистая кислота, бѣлильная известь, ѣдкое кали, глиноземъ, минеральныя краски; свободный хлоръ соляная кислота, минеральныя вещества („отяжеляющія“), микроорганизмы.

2) Производство обоевъ: краски (мышьякъ, свинецъ), протравы; остатки бумаги.

3) Производство толя: каменноугольная смола, асфальтъ.

10. Населенныя мѣста.

1) Бани и прачечныя: мыло, щелочи, хлоръ, бензинъ, органическія вещества, микроорганизмы.

2) Больницы: хозяйственные отбросы, отдѣленія и выдѣленія человѣка, болѣзнетворные микроорганизмы, остатки лечебныхъ и обеззараживающихъ средствъ, остатки перевязочныхъ матеріаловъ, разбитая стеклянная посуда, пробки.

3) Города и другіе населенные пункты: хозяйственные, фабричныя и человѣческіе отбросы органическаго и минеральнаго происхожденія.

4) Конныя заводы, скотныя двory: отбросы животныхъ, волосъ, шерсть, остатки кормовыхъ и подстилочныхъ веществъ: болѣзнетворные микроорганизмы (сибиреязвенные и друг.).

5) Стоянки судовъ и пароходовъ: хозяйственные и человѣческіе отбросы, смазочныя масла, трюмныя воды, балластъ, остатки грузовъ.

VI. Дѣйствующія распоряженія.

1. Инструкція Мед. Сов. М. В. Д. для доставленія свѣдѣній о вліяніи сточныхъ водъ или твердыхъ отбросовъ и нечистотъ на текучіе или стоячіе общественныя водоемы, выработанная въ 1907 г.

1) Губернія, уѣздъ (селеніе, городъ).

2) Фабрика, заводъ, промыселъ, населенный пунктъ, больница и т. п., съ точнымъ указаніемъ рода населеннаго пункта, — учрежденія или производства.

3) Предметъ обработки и добавочные матеріалы.

4) Работа производится круглый годъ или часть года, въ какіе именно мѣсяцы.

- 5) Какіе получаютсѣ отбросы (съ подраздѣленіемъ на жидкіе и твердые).
- 6) Въ какомъ количествѣ (въ сутки, мѣсяцъ, годъ).
- 7) Территорія фабрики, размѣры ея и характеръ почвы (глина, песокъ, черноземъ и т. д.).
- 8) Расположеніе фабричныхъ зданій по отношенію: а) къ селеніямъ и городамъ, б) къ водоему: высота берега, уклонъ (къ водоему), разстояніе ихъ отъ воды при ординарѣ.
- 9) Подробное описаніе имѣющихся приспособленій для удаленія, уничтоженія или очищенія и обезвреживанія сточныхъ водъ и отбросовъ.
- 10) Число сточныхъ трубъ и канавъ; мѣста выхода трубъ (разстояніе отъ берега и отъ поверхности воды и окончанія канавъ); мѣста свалки твердыхъ отбросовъ производства.
- 11) Размѣры трубъ и канавъ (длина и ширина отверстія трубы или ширины и глубина канавы, протяженіе каждой трубы и канавы).
- 12) Матеріалъ, устройство и состояніе ихъ (въ смыслѣ проницаемости для воды).
- 13) Обнажаются ли отверстія трубъ во время мелководья, и какъ далеко отстоятъ отъ воды: а) въ мѣстѣ слабого теченія, б) въ мѣстѣ сильнаго теченія воды (при ординарѣ и во время осмотра).
- 14) Загрязненіе почвы жидкими и сухими отбросами въ районѣ населеннаго пункта или промышленнаго заведенія.

2. Сточные (грязные, промывные, отработанные) воды.

Проба берется до очистки и послѣ нея (если таковая производится).

- 1) Физическія свойства.
- 2) Химическій составъ.
- 3) Бактеріологическій составъ.

3. Твердые отбросы и осадокъ.

- 1) Физическія свойства.
- 2) Морфологическій составъ.
- 3) Химическій составъ.

4. Свѣдѣнія о водоемѣ.

- 1) Родъ и названіе водоема.

Если рѣка, то указать: куда впадаетъ, сплавная, судоходная, рыбоводная, рыболовная (послѣдніе три вопроса относятся и къ водоемамъ другого рода).

3) Данныя о размѣрѣ рѣки (и водоема вообще): протяженіе (отъ истоковъ до устья), ширина и глубина ея въ данномъ районѣ, быстрота теченія и масса воды (при среднемъ стояніи водъ).

- 4) Розливъ и обмелѣніе по временамъ года.

5) Извилистость береговъ въ данномъ районѣ, заливы, острова и пр., запруды и плотины.

- 6) Геологическій характеръ береговъ: конфигурація, размываемость.

7) Число селеній на протяженіи до 25 верстъ внизъ по теченію и разстояніе ближайшаго изъ нихъ отъ промышленнаго заведенія.

8) Гдѣ водопроводъ, гдѣ населеніе беретъ воду для питья, гдѣ производится водопой, стирка бѣлья, скопленіе людей на рѣкѣ и берегу (пристани и пр.).

9) Нѣтъ-ли отложеній ила и отбросовъ на днѣ и на берегу.

10) Нѣтъ-ли измѣненія въ цвѣтѣ (воды близъ стоковъ), прозрачность ея (мутность), механическія примѣси на поверхности воды, нѣтъ-ли зловонныхъ испареній.

11) Не замѣчается-ли вреднаго вліянія воды на рыбу (болѣзни, смертность, измѣненіе вкуса или запаха) и др. водяное населеніе, на растительномъ, на домашнихъ животныхъ (отказываются пить, заболѣваютъ, умираютъ) и наконецъ, на людяхъ.

5. Вода водоема.

Пробы берутся выше и ниже стоковъ.

- 1) Физическія свойства.
- 2) Химическій составъ.
- 3) Микробиологическій составъ.

6. Къ сему приложенія.

1) Топографическій планъ мѣстности заведенія и населенныхъ пунктовъ и водоема съ указаніемъ мѣстъ водопровода, водопоя, пристаней и пр.

2) Схематическій чертежъ очистительныхъ сооружений и сточныхъ трубъ.

Инструкція Мед. Сов. М. В. Д. для выемки и изслѣдованія пробъ питьевыхъ и сточныхъ водъ и твердыхъ отбросовъ, выработанная въ 1907 г.

Выемка пробъ воды.

А. Выемка пробъ сточной воды (до очистки).

Содержимое стока тщательно размѣшивается и затѣмъ берется, по возможности быстро, проба на средней глубинѣ. Если размѣшиваніе невозможно, то берутся въ разныхъ мѣстахъ и на различной глубинѣ отдѣльныя (не менѣе 3-хъ) пробы, которыя затѣмъ соединяются вмѣстѣ и хорошо смѣшиваются. Кромѣ пробъ воды, слѣдуетъ брать до размѣшиванія отдѣльно пробу осадка со дна стока.

В. Выемка пробы сточной воды (послѣ очистки).

Пробу рекомендуется отбирать въ тѣ часы, когда слѣдуетъ ожидать наибольшаго количества сточныхъ водъ или наибольшую степень ихъ загрязненія. Для контроля за очисткой воды, пробу слѣдуетъ брать тотчасъ по выходѣ водъ изъ очистительныхъ приборовъ и, по окончаніи процесса очистки, при контролѣ за загрязненіемъ водоема, можно брать пробу при впаденіи сточныхъ водъ въ водоемъ. Въ случаѣ сомнѣнія, для доказательствъ тождества отбираемой пробы

воды съ водой даннаго промышленнаго заведенія, необходимо въ стоки даннаго заведенія влить потребное количество индикатора (напр. фуксина или флуоресцеина). Отбирая пробу, слѣдуетъ обращать вниманіе, чтобы въ сосудъ попадала не только жидкость, но и всѣ механическія примѣси, которыя въ ней содержатся (взвѣшенные вещества).

С. Выемка пробъ воды изъ открытыхъ водоемовъ.

Изъ загрязненнаго водоема должно отбирать не менѣе 3-хъ пробъ воды; если это рѣка, то одну пробу слѣдуетъ брать выше, вторую—въ чертѣ, третью—ниже мѣста впаденія сточныхъ водъ, по теченію. Каждая проба берется на глубинѣ $\frac{1}{2}$ —1 арш. отъ поверхности воды. Изъ открытаго водоема со стоячей водой берутся двѣ пробы—одна у стока и другая въ нѣкоторомъ отдаленіи отъ него.

Д. Выемка пробъ воды изъ колодцевъ съ насосами или изъ водопровода.

Необходимо предварительно откачать или слить воду, находящуюся въ насосѣ или ближайшихъ трубахъ, для чего достаточно 5—10 минутъ. При выемкѣ пробы изъ колодца необходимо брать двѣ пробы: до и послѣ откачиванія воды.

Е. Посуда.

Сосудъ для каждой пробы долженъ быть вмѣстимостью не меньше $\frac{1}{4}$ ведра, прозрачнаго стекла, по возможности, съ притертой пробкой или съ пробкой обыкновенной, но новой и предварительно хорошо прокипяченной.

Сосудъ долженъ быть чистъ и совершенно сухъ. Передъ выемкой пробы, его (и пробку) слѣдуетъ ополаскивать той водой, которую берутъ для изслѣдованія.

Сточная вода берется совершенно чистымъ черпакомъ, емкостью 2—4 бутылки, на длинной ручкѣ, изъ котораго ее переливаютъ въ бутылъ черезъ воронку. При переливаніи надо слѣдить, чтобы всѣ осѣвшія на дно черпака вещества, перешли въ сосудъ (для чего промывать черпакъ водой изъ той-же бутылки).

Вода на глубинѣ берется въ бутылъ со стеклянной притертой пробкой, которая открывается на потребной глубинѣ при помощи бичевки. Для погруженія пустой бутылки въ воду, къ ней привязываютъ грузъ, напр. камень или прикрѣпляютъ самую бутылъ къ шесту.

Г. Укупорка и сохраненіе пробъ воды.

При наполненіи бутылки водой, не слѣдуетъ наливать ее до самой пробки вплотную, необходимо оставлять немного пустого мѣста для того, чтобы не лопнула бутылъ при согреваніи воды.

По наполненіи, бутылъ плотно закрывается пробкой; обыкновенная пробка обрѣзается въ уровень съ горлышкомъ и заливается сургучемъ, парафиномъ или мастикой; затѣмъ обвязывается кускомъ чистаго полотна, а стеклянная пробка—пергаментной бумагой. На бутылки должна быть этикетка, съ надписью или обозначеніемъ №. Бутылки упаковываются въ корзину или ящикъ съ соломой, сѣномъ, стружками и т. п.

Бутыли съ водой, предназначенныя для отправки на далекое разстояние, слѣдуетъ хранить на льду и прибавлять къ водѣ консервирующія средства. Такъ, къ порціи, предназначенной для опредѣленія окисляемости, азота, амміака, прибавляется на 1 литръ воды 2 куб. сант. 25% сѣрной кислоты; къ порціи, предназначенной для опредѣленія плотнаго остатка, взвѣшенныхъ веществъ, потери при прокаливаніи, азота, азотистой кислоты и хлора—на 1 литръ нефилътрированной воды прибавляется 2 куб. сант. хлороформа.

Г. Выемка пробы воды для опредѣленія раствореннаго кислорода по Винклеру (Опредѣленіе необязательно).

Вода берется въ стклянки съ притертыми пробками, емкостью около 250 куб. сант., точно калиброванныя. Вода набирается до верхнихъ краевъ горлышка, избытокъ ея выливается самъ собой при закрываніи стклянки пробкой; послѣднее должно производиться такъ, чтобы въ стклянкѣ не оказалось пузырька воздуха. При взятіи пробы отмѣчается ° ея, воздуха и барометрическое давленіе.

Производство изслѣдованія.

Въ сточныхъ водахъ дѣлаются слѣдующія опредѣленія: а) качественныя, физическія и химическія: цвѣтъ, запахъ, прозрачность, осадокъ, температура, реакція, азотистая кислота, азотная кислота, фосфорная кислота, сѣроводородъ, вредныя вещества, специфическія примѣси отъ производствъ; в) количественныя химическія: осадокъ, взвѣшенные вещества органическія, взвѣшенные вещества неорганическія, плотный остатокъ, потеря при прокаливаніи, окисляемость, хлоръ, амміакъ, скорость поглощенія кислорода; с) бактериологическія: на количество бактерій, на показатели фекальнаго загрязненія, патогенныя бактеріи (факультативно).

Въ водѣ водоемовъ, сверхъ сего, опредѣляются: вкусъ, жесткость мыльной пробой, кальцій, магній, растворенный кислородъ (факультативно), специфическія примѣси, микроскопическій и бактериологическій составъ.

Въ твердыхъ отбросахъ и въ осадкѣ опредѣляются: физическія свойства и морфологическій составъ, зола, азотистыя вещества, азотная и азотистая кислота, амміакъ, сѣроводородъ, специфическія примѣси.

Результаты химическаго анализа водъ выражаются въ миллиграммахъ на литръ воды, а твердыхъ веществъ—въ процентахъ.

А. Физическія свойства.

1. Внѣшній видъ воды характеризуется слѣдующими опредѣленіями: прозрачная, опалесцирующая, мутноватая, мутная, сильно мутная.

2. Цвѣтъ. Опредѣляется цвѣтъ нефилътрированной и филътрированной воды; въ первомъ случаѣ вода хорошо взбалтывается, чтобы муть распредѣлялась равномерно во всей толщѣ воды. Въ одинъ цилиндръ безцвѣтнаго стекла (колориметръ) вливается изслѣдуемая, въ другой дистиллированная вода (для сравненія). Смотрѣть слѣдуетъ черезъ всю толщѣ воды сверху внизъ, подложивъ подъ цилиндръ листъ бѣлой бумаги.

3. Запахъ. Въ длиннгорлую колбу наливается около 50 куб. сант. сточ-

ной или около 200 куб. сант. чистой воды, закупоривается пробкой и хорошо взбалтывается. Если послѣ этого запаха не слышно, или онъ недостаточно явствененъ, то вода въ колбѣ подогревается до 40—50° Ц.

4. О с а д о к ъ характеризуется опредѣленіемъ цвѣта и внѣшней формы и вида его. Различаютъ осадки мелкіе, слизистые, клочковатые, комковатые, зернистые и т. п. Высоту осадка опредѣляютъ въ высокомъ цилиндрѣ (60 × 2 сант.), при чемъ наливаютъ хорошо взмученную воду до 50 сант. и опредѣленіе высоты осадка производить по истеченіи 10 минутъ (въ сточныхъ водахъ).

5. П р о з р а ч н о с т ь. Нефильтрованную, хорошо взболтанную воду наливаютъ въ стеклянный цилиндръ съ гладкимъ дномъ, съ точными дѣленіями и нижнимъ стекляннымъ краномъ. Подъ цилиндръ, наполненный водой, ставятъ пробный шрифтъ № 1 Снеллена и, открывая края, выпускаютъ воду до тѣхъ поръ, пока отдѣльныя буквы шрифта не становятся совершенно ясными. Высота оставшейся воды въ цилиндрѣ, выраженная въ сантиметрахъ и будетъ степенью прозрачности испытуемой воды.

6. В к у с ъ. Для опредѣленія вкуса питьевыхъ водъ пробуютъ воду на мѣстѣ, при чемъ, если она холодна, то нагреваютъ до 10—15° Ц (а если тепла, то охлаждаютъ до той же t°).

7. Т е м п е р а т у р а. Опредѣленіе t° воды производится обязательно на мѣстѣ, при взятіи пробы. Для этого опредѣленія употребляется специальный термометръ; можно пользоваться обыкновеннымъ термометромъ, предварительно обернувши ртутный шарикъ его ватой или паклей. Къ термометру привязывается грузъ для того, чтобы онъ легко опускался въ воду. На бичевкѣ термометръ опускается на ту-же глубину, на которой берется вода для изслѣдованія и оставляется тамъ въ теченіи 5 минутъ. Если опредѣляется температура верхняго слоя воды, то можно употреблять термометръ, не обертывая его паклей, но отсчитать температуры нужно производить, отнюдь не вынимая термометра изъ воды.

8. П о с л ѣ д у ю щ і я и з м ѣ н е н і я в о д ы. Оставляютъ двѣ пробы воды въ 1½—2 литра, одну въ открытой стеклянкѣ, другую—въ стеклянкѣ съ притертой пробкой; стеклянка должна быть изъ безцвѣтнаго стекла. Пробы оставляются на 7—10 дней при температурѣ 18—20° Ц. при разсѣянномъ свѣтѣ (не на солнцѣ). Ежедневно отмѣчаются измѣненія цвѣта и развитіе гнилостныхъ процессовъ.

В. Химическій составъ.

1. Качественныя опредѣленія.

1. Р е а к ц і я. Вода наливается въ двѣ пробирки, въ которыя погружаются на половину полоски красной и синей лакмусовой бумаги и оставляются тамъ 5—10 минутъ. Можно также совсѣмъ опустить полоски бумаги въ двѣ колбочки двѣ фарфоровыя чашки, или два небольшихъ стакачика.

2. Азотистая кислота. а) Въ водѣ, могущей служить для питья. Къ 50 куб. сант. изслѣдуемой воды прибавляется 1½ куб. сант. іодинковаго крахмала и ½ куб. сант. сѣрной кислоты (1:3). Появленіе окраски слѣдуетъ ждать не болѣе 5 минутъ (защитить отъ свѣта).

б) Въ сточной водѣ а) При отсутствіи веществъ, выдѣляющихъ іодъ. Грязную сточную воду слѣдуетъ прежде всего обезцвѣтить. Для этого наливаютъ 200 куб. сант. воды въ цилиндръ съ притертой пробкой и

прибавляют 10 капель амміака. Если вода содержитъ сѣроводородъ, то прибавляютъ для осажденія небольшое количество раствора уксуснокислаго свинца и даютъ отстояться до полного освѣтленія. Затѣмъ берутъ 10 куб. сант. освѣтленной жидкости, прибавляютъ нѣсколько капель разбавленной сѣрной кислоты (1—3) и 1 куб. сант. іодцинковаго крахмала. Появленіе синей окраски ожидается въ теченіе 3-хъ минутъ.

б) Въ присутствіи веществъ, выдѣляющихъ іодъ. 50 куб. сант. воды вливаютъ въ небольшую Эрленмейеровскую колбу, всыпаютъ немного тонкаго порошка желѣзнаго купороса и прибавляютъ 1 куб. сант. разведенной сѣрной кислоты. Закрывъ колбу обыкновенною пробкою, хорошо ее взбалтываютъ въ теченіе нѣсколькихъ минутъ, затѣмъ вставляютъ чистую пробку съ прикрѣпленной полоской фильтровальной бумаги, смоченной растворомъ іодцинковаго крахмала; эта полоска не должна смачиваться жидкостью. Наступленіе синей окраски выжидается отъ 3 минутъ до $1\frac{1}{2}$ часа.

3. Азотная кислота. а) При отсутствіи азотистой кислоты. Въ фарфоровую чашку вливаютъ 1—2 куб. сант. воды, бросаютъ туда 1—2 кристаллика дифениламина или бруцина и по стѣнкѣ осторожно наливаютъ $\frac{1}{2}$ куб. сант. чистой крѣпкой сѣрной кислоты (не содержащей азотной кислоты). На границѣ соприкосновенія кислоты съ водой появляется съ дифениламиномъ темно-синее кольцо, съ бруциномъ—розовая окраска. Сточную воду при этомъ испытаніи слѣдуетъ брать, освѣтленной амміакомъ, какъ указано выше.

б) Въ присутствіи азотистой кислоты въ чистой водѣ. Къ 100 куб. сант. воды прибавляютъ нѣсколько капель сѣрной кислоты и чистой, не содержащей азотной кислоты, мочевины на кончикъ ножа и оставляютъ на одинъ часъ при комнатной температурѣ (при этомъ азотистая кислота разрушается) и затѣмъ нагреваютъ. Нагрѣваніе производится до тѣхъ поръ, пока капля жидкости не дастъ болѣе реакціи на азотистую кислоту. Затѣмъ опредѣляютъ азотную кислоту, какъ это дѣлается при отсутствіи азотистой.

с) Въ сточной водѣ. Профильтрованную воду выпариваютъ до $\frac{1}{5}$ объема и 5 куб. сант. полученной сгущенной воды насыщаютъ при обыкновенной температурѣ желѣзнымъ купоросомъ, затѣмъ осторожно вливаютъ ихъ въ пробирку съ 5 куб. сант. крѣпкой сѣрной кислоты. На мѣстѣ соприкосновенія кислоты съ водой появляется красно-бурое кольцо (Такая же реакція для контроля продѣлывается безъ желѣзнаго купороса).

4. Фосфорная кислота. Выпариваютъ до суха 100 куб. сант. воды съ небольшимъ количествомъ азотной кислоты. Осадокъ нѣкоторое время нагреваютъ выше 100° (для чего чашку осторожно проводятъ надъ горѣлкой), чтобы сдѣлать кремневую кислоту нерастворимой. Содержимое чашки, послѣ охлажденія, растворяется въ небольшомъ количествѣ разведенной азотной кислоты и фильтруется. Прозрачный фильтратъ выливаютъ въ пробирку и прибавляютъ двойное количество прозрачнаго крѣпкаго раствора молибденовокислаго аммонія въ азотной кислотѣ, нагреваютъ приблизительно до 60° и затѣмъ оставляютъ въ тепломъ мѣстѣ на нѣсколько часовъ. Въ присутствіи фосфорной кислоты жидкость получаетъ желтое окрашиваніе, затѣмъ мутнѣетъ и, наконецъ, выдѣляетъ осадокъ фосфорно-молибденовокислаго аммонія.

5. Сѣроводородъ. а) Въ свободномъ состояніи. Наливаютъ въ длиннгорлую колбу 500 куб. сант. воды и закрываютъ колпачкомъ изъ фильтровальной бумаги, налитанной щелочнымъ растворомъ уксуснокислаго свинца.

Жидкость кипятятъ и въ случаѣ присутствія сѣроводорода бумажка окрашивается въ бурый или черный цвѣтъ. Бумажка прилагается къ протоколу.

б) Въ соединеніяхъ. Если нѣтъ свободнаго сѣроводорода, то въ ту же колбочку прибавляютъ 2 — 3 куб. сант. соляной кислоты и кипятятъ, накрывъ колбочку новой свинцовой бумажкой. При освобожденіи связаннаго сѣроводорода получается на бумажкѣ такое-же пятно буро-чернаго цвѣта, смотря по количеству сѣроводорода, или сѣрнистыхъ соединений.

6. Вредныя вещества. Опредѣляются въ каждомъ данномъ случаѣ сообразно съ характеромъ загрязненія. При этомъ обязательно долженъ быть указанъ способъ, которымъ производилось изслѣдованіе на присутствіе вреднаго вещества.

7. Специфическія примѣси, составляющія принадлежность производства. Опредѣленіе такихъ примѣсей производится въ зависимости отъ рода производства или загрязненія. При отыскиваніи такихъ примѣсей слѣдуетъ руководствоваться составленнымъ комиссіей спискомъ производствъ съ указаніемъ состава спускаемыхъ ими сточныхъ водъ. Методы изслѣдованія опредѣляются въ каждомъ частномъ случаѣ по обычнымъ химико-аналитическимъ правиламъ и подробно обозначаются въ протоколѣ.

2. Количественныя опредѣленія.

1. Осадокъ. Количество осадка опредѣляется въ цилиндрѣ (высотой 60, діаметромъ 2 сант.), въ который наливается 50 куб. сант. хорошо взмученной воды. Опредѣленіе высоты осадка производится послѣ 10-ти минутнаго отстаиванія; высота осадка въ миллиметрахъ перечисляется на 1 метръ высоты слоя воды.

2. Взвѣшенныя вещества. Профильтровываютъ 100 — 500 куб. сант. воды (смотря по количеству взвѣшенныхъ веществъ) черезъ фильтръ съ опредѣленнымъ содержаніемъ золы, предварительно высушенный при 100° Ц. и взвѣшенный. Затѣмъ промываютъ фильтръ дистиллированной водой и высушиваютъ до постояннаго вѣса. Разница въ вѣсѣ показываетъ общее количество взвѣшенныхъ веществъ.

Если фильтръ съ взвѣшенными веществами сжечь и прокалить, то получится количество взвѣшенныхъ веществъ неорганическаго происхожденія. Если вычестъ полученную цифру изъ общаго количества взвѣшенныхъ веществъ, получаютъ вѣсъ органически хъ взвѣшенныхъ веществъ.

При незначительномъ содержаніи взвѣшенныхъ веществъ, послѣднія опредѣляютъ посредствомъ выпариванія $\frac{1}{2}$ — 1 литра изслѣдуемой воды нефилтрованной и фильтрованной; разница между вѣсомъ сухого остатка той и другой показываетъ количество взвѣшенныхъ веществъ.

3. Плотный остатокъ опредѣляется путемъ выпариванія отъ 100 (въ сточной) до 500 куб. сант. (въ питьевой) воды на водяной банѣ, послѣ чего онъ сушится въ сушильномъ шкафу при 110° Ц. и по охлажденіи взвѣшивается; высушивание и взвѣшивание продолжается до тѣхъ поръ, пока разница при взвѣшиваніяхъ не будетъ превышать долей миллиграмма.

4. Остатокъ отъ прокаливанія получается при прокаливаніи плотнаго остатка на пламени простой газовой горѣлки (или сильной спиртовой), до полнаго сжиганія органическихъ веществъ. Давъ ему остыть, смачиваютъ растворомъ углекислаго аммонія, избытокъ котораго удаляютъ сначала выпарива-

нiемъ на водяной банѣ, а затѣмъ осторожнымъ прокаливанiемъ надъ пламенемъ горѣлки. Вычтя вѣсъ прокаленного остатка изъ вѣса плотнаго остатка, получимъ вѣсъ органическихъ веществъ.

5. Окисляемость производится по способу Кубеля и выражается въ миллиграммахъ кислорода, потребнаго для окисленiя органическихъ веществъ въ одномъ литрѣ воды.

Въ коническую колбу, емкостью около 300 куб. сант., наливается 100 куб. сант. испытуемой воды, прибавляется 5 куб. сант. сѣрной кислоты (1 : 3) и изъ бюретки— 10 куб. сант. или болѣе марганцевокислаго калия (0,4 на 1 литръ); колба ставится на огонь, и производится кипяченiе ровно 10 минутъ (считая съ момента закипанiя), при этомъ розовая окраска жидкости не должна исчезать; затѣмъ прибавляютъ 10 куб. сант. (или соотвѣтственно болѣе) щавелевой кислоты (0,7875 грм. на литръ; 1 куб. сант. такого раствора соотвѣтствуетъ 1 миллиграмму кислорода) и къ обезцвѣченной жидкости вновь прибавляютъ марганцеваго раствора до появленiя стойкаго слабо-розоваго окрашиванiя.

Послѣ этого тотчасъ-же опредѣляется титръ марганцевокислаго калия, для чего въ ту-же колбочку вновь прибавляется 10 куб. сант. щавелевой кислоты и вновь титруется марганцевымъ растворомъ.

Если въ водѣ имѣется много органическихъ веществъ, то такая вода должна разбавляться дистиллированной водой, освобожденной отъ органическихъ веществъ перегонкой въ стеклянной ретортѣ съ прибавленiемъ кислаго сѣрнокислаго кали (KHSO_4) и марганцевокислаго кали (KMnO_4).

6. Хлоръ. 50 куб. сант. питьевой воды титруется растворомъ азотно-кислаго серебра (1 куб. сант. = 1 млгр. Cl) при индикаторѣ хромовокисломъ кали (10%).

Если хлора въ водѣ много, то воды берутъ меньше и разбавляютъ такимъ образомъ, чтобы общее количество составляло 50 куб. сант.

Въ сточныхъ водахъ хлориды опредѣляются вѣсовымъ способомъ—осажденiемъ азотнокислымъ серебромъ послѣ подкисленiя азотной кислотой, въ самой водѣ или въ сухомъ остаткѣ воды, выпаренной съ прибавленiемъ углекислаго натра.

7. Аммиакъ опредѣляется колориметрическимъ способомъ путемъ сравненiя изслѣдуемой воды съ растворомъ хлористаго аммонiя. Въ нѣсколько цилиндровъ (совершенно одинаковыхъ) наливаютъ по 100 куб. сант. чистой дистиллированной воды и прибавляютъ разное количество раствора хлористаго аммонiя (1 куб. сант. = 0,05 млгр. NH_3), послѣ чего во всѣ цилиндры прибавляютъ по 1 куб. сант. Несслерева реактива и окраску изслѣдуемой воды сравниваютъ съ окраской воды, содержащей хлористый аммонiй.

Изслѣдуемую воду предварительно освобождаютъ отъ щелочныхъ земель, для чего наливаютъ въ высокiй цилиндръ съ притертой пробкой 300 куб. сант. воды, прибавляютъ 2 куб. сант. раствора соды (1 : 2) и одинъ куб. сант. ѣдкаго натра (1 : 2), взбалтываютъ и оставляютъ стоять; по отстаиванiю берутъ пипеткой 100 куб. сант. прозрачной жидкости.

Вмѣсто описаннаго осажденiя щелочныхъ земель можно пользоваться способомъ Винклера, а именно къ 100 куб. сант. испытуемой воды прибавляютъ 2—3 куб. сант. насыщеннаго на холоду раствора сегнетовой соли, взбалтываютъ и тотчасъ прибавляютъ 2 куб. сант. Несслерева реактива.

Въ сточной водѣ и водѣ питьевой, окрашенной въ желтый цвѣтъ, аммиакъ опредѣляется въ перегонѣ послѣ дистилляции испытуемой воды съ магнезiей.

8. Жесткость определяется по Клерку, или Винклеру с помощью титрованного спиртового раствора мыла и выражается в немецких градусах. Для определения постоянной жесткости воду предварительно кипятят в течение $\frac{1}{2}$ часа, фильтруют и доводят до первоначального объема дистиллированной водой.

9. Кальций определяется в виде окиси. Исследуемую воду подкисляют соляной кислотой и концентрируют до $\frac{1}{4}$ первоначального объема; удаляют окиси железа и алюминия осажением едким аммиаком с прибавлением хлористого аммония к горячей жидкости. Соли кальция осаждаются щавелевокислым аммонием и на следующий день отфильтровываются; затем осадок на фильтр высушивается, сильно прокаливается до постоянного веса и взвешивается в виде окиси кальция (CaO). При осаждении и фильтрации необходимо делать контрольные проверки на полноту осаждения и промывания.

10. Магний определяется в фильтрате от солей кальция; к фильтрату прибавляется раствор аммиака и фосфронатовой соли; на другой день осадок отфильтровывается, промывается раствором аммиака, высушивается, сжигается с фильтром и прокаливается. Полученный вес пирофосфоро-магневой соли пересчитывается на окись магния умножением на 0,36.

Примечание. Окиси кальция и магния могут быть определены также в прокаленном сухом остатке воды по удалении из него SiO_2 и солей глинозема и железа.

11. Растворенный кислород определяется по способу Винклера в той же стеклянке, в которую взята проба воды специально для определения растворенного кислорода. При помощи длинной пипетки, достающей своим оттянутым концом до дна стеклянки, на месте взятия пробы вливаются туда реактивы: сначала едкий натр с иодистым калием, затем хлористый марганец; после этого воду хорошо взбалтывают, дают осесть осадку и прибавляют соляную кислоту для полного растворения осадка. Затем все содержимое стеклянки выливают в лабораторию в большую Эрленмейеровскую колбу и титруют сфрноватистокислым натром в присутствии крахмала. Количество его высчитывается по формуле.

12. В сточной воде определяется скорость поглощения кислорода, растворенного в воде, по методу „четырёх-часового окисления“.

Определение ведется, по Фулеру, следующим образом:

Берут 70 куб. сант. подлежащей исследованию сточной воды, прибавляют 10 куб. сант. сфрной кислоты (1 ч. $\text{H}_2\text{SO}_4 + 3$ ч. H_2O) и 50 куб. сант. раствора марганцевокалиевой соли (0,395 грм. KMnO_4 в 1 литре дистиллированной воды, чуть-чуть окрашенной в розовый цвет марганцевой солью; 10 куб. сант. такого раствора = 1 миллигрм. кислорода. Установку титра см. выше „Определение органических веществ“). Смесь, взбалтывая время от времени, оставляют стоять при комнатной температуре в течение четырех часов. По истечении этого времени прибавляют 5 капель 10% раствора иодистого калия, из которого оставшаяся неразложенная марганцевокалиевая соль выделяет свободный иод. Количество выделившегося иода определяется титрованием сфрноватисто-натровой солью в присутствии крахмального клейстера (7 грм. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ в 1 литре воды; 25 куб. сант. этого раствора должны точно соответствовать 50 куб. сант. раствора марганцевокислого кали вышеуказанной крепости). Для установки титра сфрноватисто-натровой соли берут 70 куб. сант. дистиллированной воды, 10 куб. сант.

сѣрной кислоты и 50 куб. сант. марганцевокаліевой соли указанной выше крѣпости, титруютъ сѣрноватистонагровой солью.

Вычисленіе количества поглощеннаго кислорода производится слѣдующимъ образомъ:

10 куб. сант. $\text{KMnO}_4 = 1$ миллиграмму кислорода.

1 куб. сант. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 2$ куб. сант. KMnO_4 .

Если на титрованіе оставшейся неразложенной марганцевокаліевой соли было израсходовано 22 куб. сант. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ что соотвѣтствуетъ $22 \times 2 = 44$ куб. сант. KMnO_4 , то вычитая изъ 50 куб. сант. KMnO_4 , прибавленныхъ къ 70 куб. сант. сточной воды, 44 куб. сант., получимъ разницу въ 6 куб. сант. KMnO_4 .

Эти 6 куб. сант. раствора марганцевокаліевой соли или 0,6 миллигр. кислорода пошли на окисленіе органическихъ веществъ въ 70 куб. сант. сточной воды, взятыхъ для изслѣдованія. Слѣдовательно 1000 куб. сант. воды, въ теченіе

4 часовъ стоянія поглотятъ $0,6 \times \frac{1000}{70} = 8,6$ миллиграмма кислорода.

13. Въ сточной водѣ производится также проба на гніеніе, причемъ вода помѣщается въ термостатъ при 20°C . на 7 сутокъ.

С. Микробиологическій анализъ.

Для бактеріологическаго изслѣдованія вода должна быть взята самимъ изслѣдователемъ со всѣми предосторожностями, указанными бактеріологической техникой, и самое изслѣдованіе должно производиться сейчасъ-же вслѣдъ за выемкой пробы.

А. Опредѣленіе числа водныхъ бактерій.

1. Вода набирается въ тѣхъ-же мѣстахъ, въ которыхъ берется для химическаго изслѣдованія и одновременно съ послѣднимъ въ стерилизованную и запаянную пробирку, которая погружается вся подъ поверхность воды. Оттянутый носикъ пробирки обламывается подъ водой прокаленнымъ пинцетомъ или инымъ приспособленіемъ. Послѣ того, какъ вола вошла въ пробирку, пробирка вынимается и тотчасъ-же запаивается вновь. Въ случаяхъ, когда требуется взять пробы воды съ различныхъ глубинъ, рекомендуется принимать спеціальныя приборы для взятія пробъ. Вода изъ водопроводныхъ и др. крановъ, послѣ спуска первой порціи, набирается въ стерилизованныя и заткнутыя ватой колбочки, причемъ крайъ стерилизуется пламенемъ.

2. Вынутыя для бактеріологическаго изслѣдованія пробы воды тотчасъ-же ставятся въ сосудъ со льдомъ или съ охлаждающей смѣсью, въ которомъ и держатся до самаго момента посѣва на питательныя среды.

3. Для выращиванія водныхъ бактерій должна примѣняться Коховская мясо-пептозная желатина съ опредѣленной степенью щелочности, приготовленная по прилагаемому при семъ рецепту; послѣ того какъ въ чашки Петри налита изслѣдуемая вода, разжиженную желатину разливаютъ въ нихъ по 10 куб. сант.

4. Послѣ посѣва изслѣдуемой воды, которая предварительно разводится стерилизованной водой 1:50, 1:100, если въ этомъ встрѣчается надобность, чашки Петри ставятся въ термостатъ при 22°C . и колоніи считаются на третьи и на пятые сутки въ лупу съ помощью счетчика Вольфгюгеля (или

инымъ путемъ) и результаты пересчитываются на 1 куб. сант. изслѣдуемой воды.

В. Нахожденіе нѣкоторыхъ видовъ бактерій.

1. Бактеріологическія пробы на загрязненіе фекальными массами или изслѣдованіе на присутствіе въ водѣ кишечной палочки.

а) Бродильная проба при 46° Ц. по Эйкману.

Изслѣдованіе производится въ бродильныхъ колбочкахъ, стерилизованныхъ и заткнутыхъ ватной пробкой, которая употребляется для открытія сахара въ мочѣ, или въ такихъ-же по формѣ колбахъ большихъ размѣровъ. Въ колбочку наливается 10 куб. сант. смѣси, содержащей въ водномъ растворѣ 1% пептона, 1% винограднаго сахара и $\frac{1}{2}$ % поваренной соли; колбочка съ пептонной водой стерилизуется по общимъ правиламъ и къ содержимому ея прибавляется 0,2 до 5 куб. сант. изслѣдуемой воды, смотря по степени ея загрязненія. Такихъ поставовъ изъ каждой пробы воды должно быть сдѣлано 5—10 одновременно. Затѣмъ колбочки ставятся въ термостатъ при 46° Ц. на 24 часа. По истеченіи этого времени сосчитываютъ число колбочекъ, въ которыхъ образовался газъ, и результаты записываютъ, обозначая объемъ взятой для изслѣдованія воды ¹⁾.

Въ случаяхъ очень чистыхъ водъ берутъ большія колбы и по 100 куб. сант. воды, приливаютъ къ 10 куб. сант. сахаро-пептонной смѣси вышеуказаннаго состава, но только въ 10 разъ болѣе крѣпкой.

Примѣчаніе. Чистыя воды, не подвергающіяся фекальному загрязненію, не даютъ броженія даже въ томъ случаѣ, если берутъ для изслѣдованія ихъ разомъ до 300 куб. сант.

б) Термофильная проба Петрушки и Пуша.

Берется три небольшихъ Эрленмейеровскихъ колбы съ 50 куб. сант. дистиллированной воды въ каждой; къ одной изъ нихъ прибавляютъ 0,5 куб. сант. изслѣдуемой воды и хорошо взбалтываютъ; изъ первой колбочки берутъ также 0,5 куб. сант. и вливаютъ во вторую; изъ этой опять берутъ 0,5 куб. сант. и вливаютъ въ третью. Затѣмъ берутъ пробирки съ обыкновеннымъ бульономъ, числомъ 8, и засѣваютъ въ нихъ по 1 куб. сант. и по 0,1 куб. сант. изслѣдуемой воды: неразведенной (въ 2 пробирки) и изъ каждой изъ трехъ колбочекъ съ разбавленной водой (по 2 пробирки).

Такимъ образомъ получаютъ слѣдующія разведенія: 1,0—0,1; 0,01—0,001; 0,0001—0,00001; 0,000001—0,0000001.

Пробы ставятся въ термостатъ при 37° Ц. на 24 часа; по истеченіи этого времени смотрятъ, въ какихъ пробиркахъ произошло диффузное помутнѣніе вслѣдствіе развитія „термофильныхъ“ бактерій, въ числѣ которыхъ можетъ находиться и кишечная палочка.

Если помутнѣніе произошло въ пробиркахъ, содержащихъ воды отъ 0,01 куб. сант. и болѣе, то „термофильный титръ“ этой воды будетъ равенъ 0,01. Для опредѣленія „титра кишечной палочки“ изъ помутнѣвшаго бульона дѣлаютъ постановки на дифференціальныя питательныя среды (Дригальскаго, на бульонъ съ винограднымъ сахаромъ, испытываютъ на образованіе индола). Если такимъ

¹⁾ Въ настоящее время въ бродильныя колбы наливается смѣсь Булліра.

образомъ будетъ доказано присутствіе въ помутнѣвшемъ бульонѣ кишечной палочки, то и „коли-титръ“ изслѣдуемой воды будетъ также равенъ 0,01.

II. Изслѣдованіе на присутствіе нѣкоторыхъ болѣзнетворныхъ микроорганизмовъ.

1. Нахожденіе брюшнотифозной палочки.

Для качественного изслѣдованія берется проба воды въ 3—5 литровъ; причемъ изъ открытыхъ колодцевъ берутъ вторую пробу воды послѣ того, какъ воду взмutilили.

Пробу воды оставляютъ затѣмъ при комнатной температурѣ на нѣсколько дней и берутъ съ поверхности нѣсколько куб. сант. для посѣва на пластинкахъ. Лучше всего засѣять на среду Дригальскаго-Конради, состоящую изъ лактозо-агара съ лакмусомъ и кристаллвиолетомъ. Выросшія колоніи палочекъ тифа и кишечной палочки дифференцируются пока на основаніи измѣненія цвѣта лакмусоваго агара въ красный, бродильной пробой и индоловой реакціей (Ни одной изъ этихъ реакцій брюшнотифозная палочка не даетъ).

2. Нахожденіе холерной запятой.

По крайней мѣрѣ 1 литръ воды наливается въ стерилизованную колбу съ 100 куб. сант. пептонной воды; перемѣшивается, разливается въ колбы, также стерилизованныя, по 100 куб. сант. Эти колбы ставятся при 37° Ц. въ термостатъ, на 8—12 часовъ. Для изслѣдованія берется проба съ поверхности. Тождество съ холерной запятой устанавливается подробнымъ изслѣдованіемъ въ висячей каплѣ, посѣвами на жидкихъ и твердыхъ средахъ, прививками морскимъ свинкамъ и пробой на агглютинацію (Подробныя указанія должны содержаться въ специальной инструкціи по борьбѣ съ холерой).

Примѣчаніе. Помимо вышеуказанныхъ изслѣдованій, въ отдѣльныхъ случаяхъ, гдѣ это потребуется обстоятельствами дѣла, можетъ производиться также изслѣдованіе зоо- и фито-планктона (біологическій анализъ).

Анализъ твердыхъ отбросовъ, осадковъ и ила.

1. Физическія свойства и морфологическій составъ. Отмѣчаются свойства, консистенція, запахъ и случайныя примѣси. Механическими приемами (отмучиваніе, просѣиваніе, фильтрованіе) выделяются частицы камня, угля, дерева, бумаги, волосъ, овощей и т. п., а также животные (глисты и ихъ яйца) и растительные организмы. Мелкія частицы разсматриваются подъ микроскопомъ.

Для химическаго изслѣдованія берется воздушно-сухое вещество. Составныя части, кромѣ воды, рассчитываются въ $\frac{0}{0}$ на безводное вещество.

2. Вода. Количество воды опредѣляется высушиваніемъ при 100° Ц. въ порціи изслѣдуемой воздушно-сухой массы, хорошо размѣшанной въ ступкѣ.

3. Зола опредѣляется сожженіемъ плотнаго остатка (послѣ высушиванія) и послѣдующимъ прокаливаніемъ на простой горѣлкѣ по общимъ правиламъ.

4. Азотистыя вещества опредѣляются по способу Кьельдаля (въ воздушно-сухомъ веществѣ).

5. Азотистая и азотная кислоты опредѣляются въ водной вытяжкѣ, послѣ фильтраціи ея, какъ при анализѣ сточныхъ водъ.

Для получения водной вытяжки, въ цилиндръ въ притертой пробкой берется 50 граммовъ воздушно-сухого вещества, хорошо размѣшаннаго и растертаго, затѣмъ наливается 200 куб. сант. дистиллированной воды и при частомъ взбалтываніи оставляется на сутки.

6. Амміакъ опредѣляется перегонкой 50 граммовъ воздушно-сухого вещества съ жженой магнезійей и титрованіемъ полученнаго перегона $\frac{1}{10}$ норм. растворомъ сѣрной кислоты.

7. Хлоръ опредѣляется въ вытяжкѣ по способамъ, указаннымъ въ анализѣ сточныхъ водъ.

8. Сѣроводородъ. Въ колбочку съ дистиллированной водой берется нѣсколько граммовъ изслѣдуемаго вещества, прибавляется нѣсколько капель HCl и кипятится, при чемъ горло колбочки закрывается бумажкой, смоченной щелочнымъ растворомъ уксуснокислаго свинца.

9. Кромѣ того, опредѣляются вещества, характеризующія производство, по способамъ, соотвѣтствующимъ каждому данному случаю.

Химическія нормы для столовыхъ питьевыхъ водъ.

(Журналъ, утвержденный г. Товарищемъ Министра Внутреннихъ дѣлъ отъ 16 февраля 1916 г. за № 72).

Разсмотрѣвъ дѣло, Медицинскій Совѣтъ, согласно съ мнѣніемъ Комиссіи, полагаетъ, что воды, содержащія сухого остатка не болѣе 1,0 грм. на литръ и не содержащія при этомъ какихъ-либо сильнодѣйствующихъ (напримѣръ As) или измѣняющихъ вкусъ (Fe) соединений, должны называться п и т ь е в ы м и водами.

Вполнѣ присоединяясь къ мнѣнію П. П. фонъ Веймарна, что требованія къ столовымъ питьевымъ водамъ должны предъявляться таковыя, чтобы потребитель ихъ вполнѣ былъ гарантированъ, что, платя сравнительно большія деньги, онъ имѣетъ дѣйствительно одну изъ лучшихъ водъ своей страны—воду безукоризненной чистоты, Медицинскій Совѣтъ полагаетъ, что для разрѣшенія продажи питьевыхъ водъ подъ названіемъ „столовыхъ“ означенныя воды должны еще удовлетворять слѣдующимъ требованіямъ: быть натурального происхожденія, имѣть пріятный вкусъ, полную прозрачность, абсолютную безвѣтность и, при сухомъ остаткѣ не болѣе одного грм. на литръ, имѣть среднюю жесткость не болѣе 15⁰ нѣм. и полное отсутствіе признаковъ бактеріальнаго и химическаго загрязненія, т. е. вода совершенно не должна содержать болѣзнетворныхъ микроорганизмовъ и бактерій, показателей фекальнаго загрязненія, а также амміака (NH_3) и азотистой кислоты (N_2O_3) въ предѣлахъ чувствительности реактивовъ; окисляемость такихъ водъ не должна превышать 2,5 mgr. на литръ при расчетѣ на KMnO_4 , что соотвѣтствуетъ 0,5 mgr. кислорода. Изъ искусственныхъ обработокъ для столовыхъ питьевыхъ водъ разрѣшается одно лишь газированіе.

Названіе м и н е р а л ь н ы хъ можетъ быть присвоено только водамъ, содержащимъ сухого остатка болѣе 1 грамма на литръ.

Вмѣстѣ съ тѣмъ, принимая во вниманіе, что нѣкоторыя минеральныя воды, хотя и содержатъ сухого остатка болѣе, чѣмъ 1,0 на литръ, во употребляются, главнымъ образомъ, въ качествѣ столовыхъ водъ, какъ напримѣръ Эссентуки № 20 и др., Медицинскій Совѣтъ полагаетъ, что подобнымъ водамъ Совѣтъ, по разсмотрѣнію cadaго даннаго случая, можетъ также давать право называться столовыми минеральными водами.

VII. Инвентарь для оборудованія небольшихъ химическихъ лабораторій для санитарныхъ врачей.

Названія предметовъ.	Нормальная смѣта.		Сокращенная смѣта.	
	Размѣръ	Колич.	Размѣръ	Колич.
Вѣсы аналитическіе Sartorius'a, чувств. 0,2 миллигр.	до 200 грм.	1	тоже	тоже
Разновѣсъ къ нимъ	до 200 грм.	1	до 100 грм.	
Вѣсы техническіе	до 500 грм.	1		
Разновѣсъ къ нимъ	до 500 грм.	1		
Вѣсы ручные	до 50 грм.	1	до 500 грм.	1
Шкафъ сушильный мѣдный . .	13×18×19 сант.	1	тоже желѣзн.	1
Лампа спиртовая Бартеля съ треножникомъ		1	тоже	тоже
Кубъ перегонный съ лампой „Грецъ“		1		
Тигель платиновый	28×33 мм., вѣсъ около 15 грм.	1	тоже	тоже
Конусъ платиновый для фильтрованія		1		
Проволока платиновая	діам. 0,6 мм.	1 грм.	тоже	тоже
Термометры химическіе	до 100° Ц.	2	до 100° и 250°	по 1
Баня водяная съ постояннымъ уровнемъ и съ треножникомъ	до 250° шкала стекл. мѣдн. діам. 16 сант.	1		
Чашки для выпариванія фарфоровыя	въ 50, 100, 300 грм.	по 3 шт.	16 сант.	
Тоже берлинской королевской фабрики	въ 50, 100, 300 грм.	по 3 шт.	тоже	тоже
Ступки фарфоровыя	вмѣст. 145 грм.	3	„	
Тигли фарфор. берл. корол. фабрики съ крышкой	діам. 7, 10, 15 сант.	по 1	„	
Тигли Гуча съ сѣтчатымъ дномъ 38×30 мм.	вмѣст. 25 и 50 грм.	по 3	„	по 2
Трубки стекл. съ воронкой и шарикомъ къ тиглямъ Гуча для фильтрованія, съ резинкой		2	„	1
Треножки желѣзные	18 сант.	2	„	1

Названія предметовъ.	Нормальная смѣта.		Сокращенная смѣта.	
	Размѣръ	Колич.	Размѣръ	Колич.
Сѣтки азбестовыя	12 сант.	2	16 сант.	1
Штативъ для пробирокъ . . .	на 12 шт.	1		1
„ „ фильтрованія . .		1	„	
„ „ желѣзный	выс. 70 сант.	1	„	
Муфты къ нему		2	„	
Зажимы къ нему		2	„	
Кольца къ нему	9 сант.	1	„	
Треугольники желѣзные съ фарфор. трубочками	7 сант.	1	„	
Чашки желѣзныя для песочныхъ бань	діам. 10 сант.	1	„	
Котелокъ желѣзный		1	„	
Щипцы	никкелиров.	1	„	1
Зажимы Мора	длина 50 мм.	5	тоже	2
„ съ винтомъ	дл. 35, шир. 9 мм.	1	желѣзн.	
Щетки для чистки пробирокъ .		5	тоже	2
Бумага фильтровальная шведская		25 лист.		
„ „ нѣмецкая		50 лист.	„	
Фильтры Шлейхера и Шюлля № 589 (синяя облож.) . . .	діам. 11 сант.	100 шт.		
Фильтры уплотненные	діам. 11 сант.	100 шт.	„	
Пробки каучуковыя	разн. велич.	$1\frac{1}{4}$ фунт.		
Трубки каучуковыя, красныя .		$1\frac{1}{2}$ фунт.	„	
Азбестъ длиноволокн., высшаго качества		100 грм.	„	
Азбестъ для тиглей Гуча . . .		50 грм.	„	
Приборъ Киппа	въ 1 литръ	1	„	
Холодильникъ Либиха	60 сант.	1	„	
Трубки къ нему		1	„	
Цилиндры Геннера		1 пара	„	
Цилиндры для колориметрич. опредѣленій		6 шт.	„	

Названія предметовъ.	Нормальная смѣта.		Сокращенная смѣта.	
	Размѣръ	Колич.	Размѣръ	Колич.
Воронка раздѣлительная	въ 100 грм.	1	тоже.	
Насосъ водяной Кертинга		1		
„ „ простой				1
Ареометры	отъ 0,700 до 1,000 отъ 1,000—2,000	1 1	отъ 0,700 до 2,000	1
Лактоденсиметръ Кевенна		1	тоже	
Лактобутирометръ Маршана		1	„	
Аппаратъ экстракціонный Сок- слета	въ 100 к. с.	2	„	1
Холодильникъ шарообразный къ нему, мѣдно-никкелир.		1	„	
Колбочки къ нему		2	„	
Гильзы бумажныя Шлейхера и Шюлля къ нему		10	„	5
Колбы круглодонныя іенскаго стекла	въ 300 к. с.	3		
Дистилляц. приспособленія (къ нимъ) съ каучук. пробкой	2			
Холодильникъ Либиха	30 сант.	1		
Карандаши для стекла, красный и синій		2		
Эксикаторъ Шейблера	діам. 14 сант.	1	тоже.	
Пластинки фарфоровыя къ нему	діам. 13 $\frac{1}{2}$ сант.	1	„	
Чашки стеклянныя, кристалли- заціонныя	діам. 5 $\frac{1}{2}$, 6 $\frac{1}{2}$, 7 $\frac{1}{2}$ въ 10 сант.	по 1 шт.	„	
Воронки стеклянныя	4 сант. 6 и 7 $\frac{1}{2}$ сант. 9, 10 и 14 сант.	3 по 5; по 2.	въ 4, 9, 10 и 14 с. въ 6 и 7 $\frac{1}{2}$ с.	по 2 по 4
Стаканы химическіе съ носиномъ		гнѣздо въ 8 шт.	тоже.	тоже.
„ „ безъ носика		гнѣздо въ 5 шт.		
Шприцы для воды (промывалки)	въ 500 и 1000 грм.	по 1.	„	„
Колбы плоскодонныя	въ 120, 180, 250, 500 и 1,000 грм.	по 3 шт.	„	„
Сверла для пробокъ изъ латун- ныхъ трубокъ		гнѣздо въ 9 шт.		

Названія предметовъ.	Нормальная смѣта.		Сокращенная смѣта.	
	Размѣръ	Колич.	Размѣръ	Колич.
Точилки для нихъ	1			
Щипцы для тигля съ платинов. наконечникомъ	1	по 3		
Колбы конич. Эрленмейера . .	въ 100, 150, 200 и 1000 въ 50—и 350 грм.	2 4	тоже.	
„ Къельдаля съ длинной шейкой	въ 120 грм.	3	„	
Колбы Къельдаля окислительныя плоскодон. іенскаго стекла	въ 500 к. с.	3	„	
Дистилляц. приспособленія къ нимъ съ каучук. пробкой . .		2	„	
Приспособленія дистилляціон. по Къельдалю съ каучуковыми пробками		2	„	
Бюксы	діам. 25 выс. 40 мм. и 50×30	по 4 шт.	„	по 3
Стекля часовыя	діам. 6 и 7 сант.	по 2.	„	тоже
„ „ пришлифованн.	діам. 6 и 7 сант.	по 2 пары.	„	по 1 парѣ
Зажимы къ нимъ		2 шт.	„	тоже
Колбы литровыя безъ пробки .	въ 250, 500, 1000.	по 1.	„	„
„ „ съ пришлифованными пробками	въ 100 и 250 к. с. въ 200, 500 и 1000 к. с.	по 1, по 2 шт.	„	по 1 шт.
Колбы съ 2 мѣтками, съ пробками	въ 1000.	1		
Пипетки Мора	въ 1 к. с.—5, 10, 25, 50 и 100 к. с.	3 по 2.	„	тоже
„ „ цилиндрическія, съ дѣленіемъ на $\frac{1}{10}$ к. с. .	въ 10 к. с.	2	„	„
Цилиндры измѣрительные . .	въ 100 и 1000 к. с. въ 250 и 500 к. с.	по 1, по 2.	въ 100, 250 и 500	по 1 шт.
„ „ съ пробкой	въ 500 и 1000 к. с.	по 1.	въ 500 к. с.	1
Бюретки Мора съ дѣленіемъ въ $\frac{1}{10}$ к. с. съ нажимнымъ крапомъ	въ 50 к. с.	2	въ 30 и 50 к. с.	по 1 шт.

Названія предметовъ.	Нормальная смѣта.		Сокращенная смѣта.	
	Размѣръ	Колич.	Размѣръ	Колич.
Бюретки со стекляннымъ кра- номъ	въ 50 к. с.	2	въ 30 и 50 к. с.	по 1
Наконечники для бюретокъ . .		6	тоже	
Трубки Т-образныя, соедине- тельные	5 сант.	2	"	
Пробирки	15×1½ сант.	200	"	
Пикнометры	въ 25 и 50 к. с.	по 1	"	
" съ термометромъ .	въ 50 к. с.	1	"	
Реторты съ тубулусомъ и проб- кой и съ притерт. холодильник.	въ 500 грм.	2	"	1
Аллонжи стеклянныя		2	"	
Склянки реактивн. съ притерт. пробками	въ 100, 200, 1000 500. 3000	по 10 5 3	въ 100, 200, 1000 и 3000.	по 5 3
Склянки Вульфа съ 3 отвер- стиями	въ 250 грм.	2	тоже	
Склянки Дрекслея и Тищенко для промыванія газовъ . . .	въ 120 к. с.	3		
Трубки для фильтрованія черезъ азбестъ		2	"	
Колбы конич. для фильтрованія подъ уменьш. давлен. съ кау- чук. пробкой	въ 500 грм.	1	"	
Палочки стеклянныя		1 фунтъ	"	
Трубки " легкоплавкія		2 фунта	"	
Трубки Отто для опредѣл. мышьяка		1	"	
Вата стеклянная		10 грм.	"	
Бусы стеклянныя		¼ фунта	"	
Трубки Петтенкофера для опре- дѣленія углекислоты		2	"	
Кали-аппаратъ Гейслера . . .		2		1
Карбациметръ Вольперта . . .		1		
Склянки матеріальныя въ 6 лит- ровъ		2	"	

Названія предметовъ.	Нормальная смѣта.		Сокращенная смѣта.	
	Размѣръ	Колич.	Размѣръ	Колич.
Колпачки резиновые къ нимъ .		2	тоже	
Каучук. пробки къ нимъ съ отверстіемъ		2	"	
Склянки маленькія (въ 100—120 к. с.) съ каучук. пробкой и со стеклян. палочкой (по Нагор- скому)		4	"	2
Мѣхи для нагнетанія воздуха при опредѣленіи углекислоты		1		1
Трубки хлоркальціевыя цилин- дрическія съ шаромъ . . .	дл. 15 сант.	4		2
Трубки хлоркальціевыя дуго- образныя	дл. 10 сант.	4		2
Трубки хлоркальціевыя дуго- образныя съ притерт. проб- ками	дл. 10 сант.	3	"	2

Стоимость оборудованія лабораторіи по цѣнамъ до начала войны 1914 г. опредѣлялась въ суммѣ около 500 руб. по нормальной смѣтѣ и 300 руб. по сокращенной ¹⁾. Смѣта составлена старш. ассистентомъ Гигіенической лабораторіи Еленинскаго Клин. Инст. въ Петроградѣ д-мъ С. И. Добросклонскимъ.

¹⁾ Цѣны предметовъ нами изъ смѣтъ выкинуты, т. к. онѣ совершенно не соотвѣтствуютъ дѣйствительности. Въ настоящее время (авг.—сент. 1917 г.) въ Петроградѣ химическіе вѣсы съ разновѣсками предлагаются купить по 1200—1500 руб. за 1 экземпляръ, который стоилъ до войны 100—200 рублей. Г. Х.

VIII. Оборудование эпидемиологической лаборатории (бактериологического отделения санитарной лаборатории ¹⁾).

№ по порядку.	Наименованіе предметовъ.	Комплектъ I.		Комплектъ II.	
		Количество.	Размѣръ.	Количество.	Размѣръ.
ГРУППА А.					
Принадлежности для микропированія, препарованія и окраски.					
1	Баллоны (колпачки) красной резины грушеобразные для стклянокъ съ притертыми пипетками № 29	15	—	10	—
2	Игла платиновая лопатчатая	1	—	1	—
3	то же остроконечная	1	—	1	—
4	то же петлеобразная	1	—	1	—
5	то же обоюдоострая	1	—	1	—
6	Иглодержатели Колле къ вышеуказаннымъ игламъ	4	—	2	—
7	Иглодержатели для препарованія съ десятью запасными иглами каждый	3	—	2	—
8	Колодки деревянные, полированные съ 6 овальными банками для окрашиванія микроскопическихъ препаратовъ	2	—	1	—
9	то же съ 6 стклянками № 29 для красящихъ растворовъ	2	—	1	—
10	Конденсоръ зеркальный для наблюденія живыхъ бактерий въ свѣжѣмъ (необработанномъ) препаратѣ, съ воронкообразной діафрагмой для масляной иммерсии. (Не входитъ въ комплектъ № II.)	1	—	—	—
11	Коробки для хранения 50 микроскопическихъ препаратовъ	2	—	1	—
12	Коробка съ замшей и кисточкой для чистки микроскопа	1	—	1	—
Краски (см. №№ 372—386).					
13	Кюветка Лаверана для одновременнаго окрашиванія 2-хъ препаратовъ малымъ количествомъ краски	2	—	1	—
то же см. № 31.					
14	Лампа для микропированія спирто-калильная ²⁾	1	—	1	—
15	Линза освѣтительная на штативѣ. (Не входитъ въ комплектъ № II.)	1	—	—	—
16	Микроскопъ Лейтца, новая модель съ круглымъ вращаемымъ и центрируемымъ столомъ, выемчатой колонкой - рукояткой, боковымъ безконечно-дѣйствующимъ метрическимъ винтомъ, автоматическимъ				

¹⁾ Аки. О-ство М И. Гольдбергъ (Петроградъ, Воскресенскій просп., уг. Сергиевской ул. № 11—57, телеф. 86—96 и 428—39), свѣта № ЭУ.

²⁾ При наличности электрическаго тока предлагается по особому запросу спеціальныя лампы. Просить сообщить при запросахъ, какой токъ (постоянный или переменный) и какого напряженія имѣется въ распоряженіи.

№ по порядку.	Наименование предметовъ.	Комплектъ I.		Комплектъ II.	
		Количе- ство.	Размѣръ.	Количе- ство.	Размѣръ.
	препарато - предохранителемъ, освѣтитель- нымъ приборомъ, ахроматическими объекти- вами 3,6, масляной иммерсией $\frac{1}{12}$ (нум. аперт. 1,30), окулярами Гюйгенса I, III и IV.	1	большой штативъ	1	средній штативъ
17	Микрометръ окулярный } Не входятъ	1	—	1	—
18	то же предметный } въ комплектъ	1	—	—	—
19	то же съѣдчатый } № II.	1	—	—	—
20	Папки для храненія 20-ти микроскопическихъ препаратовъ въ горизонтальномъ положеніи	2	—	1	—
21	Пинцеты Корнета для покровныхъ и предметныхъ стеколъ	3	—	2	—
22	то же для предметныхъ стеколъ, съ широ- кой лапкой; ручка съ противовѣсомъ для возможности установки предметныхъ стеколъ въ горизонтальномъ положеніи	2	—	1	—
23	Пинцетъ гистологическій, острокопечный .	1	малый	1	—
24	то же	1	средній	1	—
25	Пинцеты проволочные для предметныхъ стеколъ	2	—	2	—
26	Пластика Василевскаго для окраши- ванія микроскопическихъ препаратовъ ма- лымъ количествомъ краски	1	—	1	—
27	Пластика матоваго стекла на штативъ для работы съ зеркальнымъ конденсоромъ № 10. (Не входитъ въ комплектъ № II.)	1	—	—	—
28	Прижигатели платиновые для стерильнаго полученія пробы изъ органовъ, впаянные въ стеклянные палочки	2	—	1	—
	Реактивы (см. №№ 351—355, 362, 364, 369, 370, 387, 391, 392, 432).				
29	Стеклянки съ притертыми пипетками для кра- сящихъ растворовъ	15	—	10	—
30	Солонки съ пластинками	3	—	2	—
31	Сосуды (куветки) массивнаго стекла для окрашиванія одновременно 20 микроскопи- ческихъ препаратовъ, съ крышкой	2	—	2	—
32	Стекла предметныя бѣлаго зеркальнаго стекла	750	76×26 см.	500	76×26 см.
33	Стекла предметныя съ шлифованными краями	500	76×26 см.	250	76×26 см.
34	то же, но съ матовой полоской для помѣтокъ	500	76×26 см.	200	76×26 см.
35	Стекла предметныя съ шлифованными кра- ями и круглымъ углубленіемъ	50	76×26 см.	25	76×26 см.
36	Стекла покровныя квадратныя	300	18×18 м.	200	18×18 м.
37	то же	100	20×20 м.	50	20×20 м.
38	то же продолговатыя	100	21×26 м.	50	21×20 м.
39	Стекла покровныя, вывѣренныя для работы съ зеркальнымъ конденсоромъ № 10. (Не входятъ въ комплектъ № II.)	50	18×18 м.	—	—
40	Стекла предметныя, вывѣренныя для рабо- ты съ зеркальнымъ конденсоромъ № 10, съ шлифованными краями. (Не входятъ въ ком- плектъ № II.)	50	76×26 м.	—	—
41	Сѣтки кафельныя къ лампѣ № 14. . .	10	—	5	—

№ по порядку.	Наименованіе предметовъ.	Комплектъ I.		Комплектъ II.	
		Количе- ство.	Размѣръ.	Количе- ство.	Размѣръ.
42	Футляръ складной для покрыванія микро- скопа	1	—	1	—
43	Шпатель двойной металлическій	1	—	1	—
44	Этикетки разной величины для предмет- ныхъ стеколъ	1 пак.	—	1 пак.	—
45	то же для стклѣнокъ и банокъ	1 пак.	—	1 пак.	—
46	Ящики деревянные для храненія и пересылки 5 микроскопическихъ препаратовъ	5	—	3	—
47	то же для 10 препаратовъ	5	—	3	—
ГРУППА Б.					
Бактеріологическіе аппараты и принадлежности.					
48	Автоклавъ красной мѣди, снаружи никели- рованный и внутри луженый котелъ діамет- ромъ 330 мм. и глубиной 750 мм. съ откид- ной на шарнирѣ крышкой, для рабочаго да- вленія до 3-хъ атмосферъ; латунный, никели- рованный кожухъ на высокихъ ножкахъ; массивная латунная корзина съ ручкой, съ манометромъ и предохранительнымъ клапа- номъ. (Не входитъ въ комплектъ № II.) . . Лампа къ нему (см. № 71). (Не входитъ въ комплектъ № II.)	1	—	—	—
49	Аппаратъ для фильтрованія, состоящій изъ стеклянной толсто-стѣнной колбы въ 1 литръ съ резиновой пробкой и фильтровальной свѣчи Беркефельда № 90 со стеклянной обо- лочкой	1	—	1	—
	(запасныя части къ нему см. №№ 90 и 145).				
50	Аппаратъ Вольфгюгеля для счета ко- лоній	1	—	1	—
51	Аппаратъ Зильбершмидта для филь- трованія бактерій при минимальныхъ коли- чествахъ жидкости	1	—	1	—
	(запасныя части къ нему см. №№ 64 и 91).				
52	Аппаратъ Коха для одновременнаго свер- тыванія 50 пробирокъ кровяной сыворотки и ея стерилизаций; двустѣнный, луженой красной мѣди, обшитый изоляціонной мас- сой, съ водомѣромъ и краномъ. Двойная крышка, два тубулуса; на 4-хъ ножкахъ, изъ которыхъ 2 съ вертикальной перестановкой. Къ нему лампа (см. № 72) и термометръ (№ 103).	1	—	1	—
53	Аппаратъ Коха для разлики и охлажде- нія питательныхъ средъ, состоящій изъ де- ревяннаго треугольника съ уравнительными винтами и ватерпасомъ, двухъ стеклянныхъ чашекъ, матовой стеклянной пластинки и стекляннаго колпака. (Не входитъ въ ком- плектъ № II.)	1	—	—	—

№ по порядку.	Наименование предметов.	Комплекты I.		Комплекты II.	
		Количе- ство.	Размѣръ.	Количе- ство.	Размѣръ.
54	Аппараты Омелянского для культуры анаэробовъ въ пробиркахъ	2	—	1	—
55	Аппаратъ Рейхеля для фильтрованія, состоящій изъ стекляннаго сосуда съ 2-мя тубулусами, фильтровальной свѣчи, асбестоваго и резинового колецъ и резинового колпачка съ отверстіемъ	1	—	1	—
56	(запасныя части къ нему см. №№ 65 и 92). Аппаратъ Хлопина-Мордберга, универсальный приборъ для взятія пробъ воды изъ любой глубины для бактериологическаго и химическаго изслѣдованія; при этомъ приборъ можно пользоваться любой величины стеклянкой съ притертой пробкой. (Не входитъ въ комплектъ № II.)	1	—	—	—
57	(стеклянки къ нему см. №№ 193—195). Аппаратъ Склаво-Чаплевскаго для взятія пробъ воды изъ глубины, съ пробиркой, устройствомъ для отбиванія на желаемой глубинѣ запаяннаго отростка пробирки, приспособленіемъ для точнаго фиксированія отростка, съ металлической цѣпью на блокъ и отмѣтками на ней черезъ каждый метръ. (Пробирки запасныя къ нему см. № 87).	1	—	1	—
58	Ведерко красной мѣди къ стерилизатору № 98 средняго размѣра съ крышкой и ручкой	1	—	1	—
59	то же луженой проволоки съ дугообразной ручкой къ стерилизатору № 98 малаго разм.	1	—	1	—
60	Воронка для горячаго фильтрованія красной мѣди со стеклянной воронкой и металлической воронкой для вливанія воды	1	—	1	—
61	(Горѣлка къ ней см. №№ 137, 162, 163). Колбы Сойка для культуры анаэробовъ.	2	—	2	—
62	Колбы Петрушки для изслѣдованія воды и культуры анаэробовъ	10	—	10	—
63	Колбы Эйкмана, бродильныя для изслѣдованія воды, на массивной металлической подставкѣ	3	—	2	—
64	Колпачки резиновые къ аппарату Зильбершмидта № 51	4	—	2	—
65	то же къ аппарату Рейхеля № 55	4	—	2	—
66	Комплектъ запасныхъ частей къ лампѣ № 71. (Не входитъ въ комплектъ № II.) . .	1	—	—	—
67	то же къ лампѣ № 72	1	—	1	—
68	то же къ лампѣ № 73	1	—	1	—
69	Корзины луженой проволоки, цилиндрическія	5	—	3	—
70	Кувшинъ луженой латуни съ герметически закрывающейся крышкой для варки питательныхъ средъ	1	—	1	—
71	Лампа керосиново-газовая къ автоклаву № 48, съ 3-мя горѣлками. (Не входитъ въ комплектъ № II.)	1	—	—	—

№ по порядку.	Наименованіе предметовъ.	Комплектъ I.		Комплектъ II.	
		Количе- ство.	Размѣръ.	Количе- ство.	Размѣръ.
72	(запасныя части къ ней см. № 66). то же къ стерилизаторамъ №№ 52 и 98 . (запасныя части къ ней см. № 67).	2	—	1	—
73	то же къ стерилизатору № 99 (запасныя части къ ней см. № 68).	1	—	1	—
74	Лампа керосиновая къ термостату средняго размѣра № 101, съ латуннымъ резервуа- ромъ, указателемъ уровня и особымъ отвер- стіемъ для вливанія керосина. (Не входитъ въ комплектъ № II.)	1	—	—	—
75	то же къ термостату № 101 малаго размѣра. (Не входитъ въ комплектъ № I.)	—	—	1	—
76	то же для температуры 23° Ц. къ термо- стату средняго размѣра № 101. (Не входитъ въ комплектъ № II.)	1	—	—	—
77	то же къ термостату малаго размѣра № 101. (Не входитъ въ комплектъ № I.)	—	—	1	—
78	Мясорубка	1	—	1	—
79	Ножъ для рѣзки картофеля	1	—	1	—
80	Пипетки Пастера	100	—	50	—
81	Подставка корковая для пробирокъ № 85.	1	—	1	—
82	Прессъ мясной. (Не входитъ въ комплектъ № II.)	1	—	—	—
83	Приборы для взятія и пересылки заразнаго матеріала (каловыхъ массъ и крови) для из- слѣдованія	20	—	10	—
84	Пробирки плотнаго бактеріологическаго стекла	500	—	300	—
85	Пробирки агглютинаціонныя	100	—	50	—
86	Пробирки особенно плотнаго бактеріологи- ческаго стекла, стерилизованныя, съ ватными пробками	50	—	20	—
87	Пробирки къ прибору Шклаго-Чаплевскаго № 57	50	—	30	—
88	Проволока платиновая	1 гр.	—	1,2 гр.	—
	Среды питательныя и матеріалъ для ихъ приготовленія (см. №№ 407—414, 348—350, 361, 389, 394, 399, 400, 402, 404—406)				
89	Сверло для картофеля	1	—	1	—
90	Свѣча фильтровальная Беркефельда, запас- ная къ аппарату № 49	1	—	1	—
91	то же къ аппарату Зильбершмидта № 51	1	—	1	—
92	то же къ аппарату Рейхеля № 55	1	—	1	—
93	Стеклянки казеннаго образца вмѣст. 600 гр. съ специальными резиновыми пробками для храненія запаса питательныхъ средъ	10	—	5	—
94	Стекла запасныя къ лампѣ № 74	2	—	2	—
95	то же къ лампѣ № 75	2	—	2	—
96	то же къ лампѣ № 76	2	—	2	—
97	то же къ лампѣ № 77	2	—	2	—
98	Стерилизаторъ Коха течучепаровой, лу- женной мѣди, съ динолеумовой обшивкой; водомѣръ съ краномъ	1	средній	1	малый

№ по порядку.	Наименованіе предметовъ.	Комплектъ I.		Комплектъ II.	
		Количество.	Размѣръ.	Количество.	Размѣръ.
99	къ нему: ведерки (№№ 58, 59) лампа (№ 72) и термометръ (№ 103)				
	Стерилизаторъ Пастера нагрѣтымъ воздухомъ, двухствѣнный, обшитый азбестомъ съ 2-мя переставными полками и таганомъ, на 4-хъ ножкахъ	1	—	1	—
	къ нему: лампа (№ 73) и термометръ (№ 104) Сыворотки агглютинирующія: (см. №№ 416—420)				
100	то же лечебныя (см. №№ 421—425)				
	Термостатъ-стерилизаторъ Заболотнаго съ керосиновой и керосино-газовой лампами, запасными частями къ нимъ и термометрами до 120° и 200°	1	—	1	—
101	Термостатъ усовершенствованной конструкции съ автоматическимъ терморегуляторомъ для нагрѣванія керосиномъ ¹⁾ , весь изъ полированной красной волнистой мѣди; двойная усовершенствованная изоляція всего аппарата, внутреннія стеклянныя и наружныя двойныя металлическія дверцы съ герметическими затворами; двѣ переставныя и выемныя полки съ отверстиями; водомѣрная трубка съ краномъ; высокій таганъ изъ массивнаго матеріала, покрытъ прочнымъ лакомъ. лампы къ нему (см. №№ 74—77)	1	средняго	1	малаго
	стекла къ лампамъ (см. №№ 94 и 97)				
	термометръ къ термостатамъ (см. № 102)				
102	Термометры къ термостатамъ (дѣленія до 70° Ц)	2	—	1	—
103	Термометры къ стерилизатору Коха № 52 (дѣлен. до 120°)	2	—	1	—
104	Термометры къ стерилизатору Пастера № 99 (дѣлен. до 200°)	2	—	1	—
	Трубки бродильныя на металлической массивной ножкѣ (см. № 63)				
105	Чашки культурныя Дригальскаго	5	—	3	—
106	то же Коха для культуры на картофелѣ	30	—	20	—
107	то же Петри	100	—	50	—
108	Чашка для выращиванія культуры на картофелѣ (влажная камера)	1	—	1	—
109	Щетка для чистки картофеля	1	—	1	—
110	Цилиндръ для стерилизаціи пипетокъ, никелированной латуни	2	—	1	—
111	то же для чашекъ Петри	3	—	2	—
ГРУППА В.					
Общелабораторныя принадлежности.					
112	Банки низкой формы бѣлаго стекла съ корковыми пробками	25	—	10	—

¹⁾ По особому требованію доставляются также термостаты и для другихъ источниковъ тепла (газа, электричества и пр.).

№ по порядку.	Наименованіе предметовъ.	Комплектъ I.		Комплектъ II.	
		Количе- ство.	Размѣръ.	Количе- ство.	Размѣръ.
113	Банки реактивныя съ притертой проб- кой, низкой формы, бѣлаго стекла	10	—	5	—
114	то же высокой формы	15	10 гр.	10	—
115	то же	15	20 .	10	—
116	то же	15	50 .	10	—
117	то же	15	200 .	10	—
118	то же оранжев. стек.	5	200 .	2	—
119	Баня водяная, внутри эмалированная, цилиндрической формы, со вставными мѣд- ными кольцами; на треножникѣ (вставка къ ней см. № 133)	1	—	1	—
120	Бумага фильтровальная Раппинская.	10 дест.	—	5 дест.	—
121	Бумага изоляціонная для покрыванія лабораторныхъ столовъ	10 фун.	—	5 фун.	—
122	Бумага реактивная, лакмусовая красная	6 жест.	—	4 жест.	—
123	то же синяя	3 .	—	2 .	—
124	Бумага оберточная (лимонная) сѣрая .	1 ст.	—	1/2 ст.	—
125	Бумага пергаментная	1/2 ф.	—	1/4 ф.	—
126	Бюретка Мора, вмѣст. 25 куб. сант. дѣленія на 1/10 съ притертымъ крапомъ и стеклян- нымъ колпачкомъ	1	—	1	—
127	то же со стекляннымъ наконечникомъ, сое- динительной резиновой трубкой, зажимомъ Мора и стекляннымъ колпачкомъ	1	—	1	—
128	Ведро холщевая, непромокаемая	2	—	2	—
129	Ведро эмалированная съ ручкой	2	—	2	—
130	Воронки стеклянные съ косымъ концомъ .	4	малыя	3	малыя
131	то же	4	среднія	3	среднія
132	Воронка эмалированная съ резиновой труб- кой, зажимомъ Мора и стекляннымъ наконеч- никомъ, для разливанія питательныхъ средъ	1	—	1	—
133	Вставка красной мѣди для помѣщенія про- бирокъ въ водяную баню (къ № 119) . . .	1	—	1	—
134	Вѣсы ручныя съ роговыми чашками для нагрузокъ до 50 гр. (разновѣсъ и штативъ къ нимъ, см. №№ 219 и 235)	1	—	1	—
135	Вѣсы Беранже (тарирные) заклеимен- ные, для нагрузокъ до 3-хъ килогр. . . . (разновѣсъ къ нимъ см. № 220)	1	—	1	—
136	Горѣлки спирто-газовыя Бунзена-Бар- теля равносильныя 2-мъ газовымъ горѣлкамъ (насадки и треножникъ къ нимъ см. №№ 167, 168 и 213)	2	—	1	—
137	то же равносильная одной газовой горѣлкѣ Бунзена (Треножникъ къ ней см. № 214)	1	—	1	—
138	Доска деревянная для сушки 60 пробирокъ и 20 колбъ, съ металлическими скобками для подвѣшиванія и металлическимъ жело- бомъ съ трубкой для стока воды. (Не вхо- дитъ въ комплектъ № II.)	1	—	—	—
139	Доска деревянная для сушки 12 пробирокъ	1	—	2	—

№ по порядку.	Наименование предметовъ.	Комплектъ I.		Комплектъ II.	
		Количество.	Размѣръ.	Количество.	Размѣръ.
140	Зажимы Мора для резиновыхъ трубокъ	5	—	2	—
141	Карандаши для писанія на стеклѣ, красные	4	—	2	—
142	то же синіе	4	—	2	—
143	Кастрюля эмалированная съ ручкой	1	—	1	—
144	Кисточки въ перѣ, среднія	2	—	2	—
145	Колба Бунзена коническая толстаго стекла съ боковой трубкой, резиновой пробкой съ отверстіемъ, для фильтрованія подъ давленіемъ	1	—	1	—
146	Колбы коническія Эрленмейера прочно закаленного бѣлаго бактериологическ. стекла	10	120 гр.	5	120 гр.
147	то же	10	250 .	5	250 .
148	то же	5	500 .	3	500 .
149	то же	3	1000 .	2	1000 .
150	Колбы круглой формы плоскодонныя, прочно-закаленного бѣлаго бактериологическаго стекла	10	100 гр.	5	100 гр.
151	то же	10	250 .	5	250 .
152	то же	5	500 .	3	500 .
153	то же	5	1000 .	2	1000 .
154	Колпачки (капюли) изъ эластичной сѣрой резины для колбъ №№ 146, 147, 150 и 151.	5	—	3	—
155	то же (№№ 148, 149, 152 и 153)	3	—	2	—
156	Коробки картонныя цилиндрической формы, гнѣздо изъ 5 шт. для храненія пробирокъ и т.п.	4 гнѣзда	—	2 гнѣзда	—
157	Кружка эмалированная съ ручкой и дѣленіями, вмѣст. 1 литръ	2	—	1	—
158	то же безъ дѣленій, для пробирокъ	2	—	1	—
159	Котелъ эмалированный съ крышкой (тревожникъ къ нему см. № 215)	1	—	1	—
160	Кухня спирто-газовая съ мѣднымъ резервуаромъ. (Не входитъ въ комплектъ № II.)	1	—	—	—
161	то же керосино-газовая. (Не входитъ въ комплектъ № I.)	—	—	1	—
162	Лампочки спиртовыя никелированной латуни съ герметическимъ затворомъ	2	—	1	—
163	то же стеклянная, съ тубусомъ	2	—	1	—
164	Ложки роговыя съ ручкой-шпатель	2	—	1	—
165	Лупа складная апланатическая увелич. въ 10 разъ, въ замшевомъ мѣшечкѣ. (Не входитъ въ комплектъ № II.)	1	—	—	—
166	то же увеличеніе до 3-хъ разъ съ большимъ полемъ зрѣнія	1	—	1	—
167	Насадка звѣздообразная для распредѣленія пламени, къ горѣлкѣ № 136	1	—	1	—
168	то же для широкаго пламени, для мелкихъ стеклoduвныхъ работъ, къ горѣлкѣ № 136.	1	—	1	—
169	Ножницы для бумаги, большія	1	—	1	—
170	Насосъ 1) ручной металлическій, всасывающій и нагнетающій, къ фильтровальнымъ приборамъ №№ 49, 51 и 55	1	—	1	—

1) При наличности водопровода рекомендуются водоструйные насосы (см. нашъ каталогъ Обель I).

№ по порядку.	Наименованіе предметовъ.	Комплектъ I.		Комплектъ II.	
		Количе-ство.	Размѣръ.	Количе-ство.	Размѣръ.
171	Напильникъ трехгранный для рѣзки сте- клянныхъ трубокъ	1	—	1	—
172	Палочки стеклянныя, разныхъ діаметровъ .	1 фун.	—	1 фун.	—
173	то же оплавленныя	20	—	10	—
174	Пипетки Мора измѣрительныя вмѣстим. 10 куб. см. дѣл. $\frac{1}{10}$	10	—	5	—
175	то же вмѣст. 1 куб. см. дѣл. на $\frac{1}{10}$	25	—	15	—
176	то же вмѣст. 1 куб. см. дѣл. $\frac{1}{100}$	10	—	5	—
177	Пипетки Мора съ расширеніемъ, обозна- ченіемъ объема и мѣткой на шейкѣ, вмѣст. 1 куб. см.	5	—	5	—
178	то же вмѣст. 5 куб. см.	2	—	2	—
179	то же вмѣст. 10 куб. см.	5	—	3	—
180	то же вмѣст. 25 куб. см.	2	—	2	—
181	Подставки для пипетокъ и инструментовъ, фарфоровыя	4	—	3	—
182	то же никелированной латуни образца Инст. Экспер. Медицины. (Не входитъ въ комплектъ № II.)	1	—	—	—
183	Пробки сѣрой резины разныхъ діаметровъ.	$\frac{1}{2}$ ф.	—	$\frac{1}{2}$ ф.	—
184	Пробки корковой коническія разныхъ раз- мѣровъ	120	—	60	—
185	Пробирки цилиндрической формы съ пло- скимъ дномъ и корковыми пробками для собиранія настѣковыхъ	50	—	30	—
186	Промывалки со стеклянными трубками и корковой пробкой	2	500,0	1	—
187	Сверла для пробокъ, гнѣздо изъ 6 штукъ, латунныя съ ручками	1	—	1	—
188	Склянки капельныя „Патентъ“ бѣлаго стекла	5	—	5	—
189	то же оранжеваго стекла	2	—	2	—
190	Склянки матеріальныя зеленаго стекла съ корковыми пробками	10	—	10	—
191	Склянки для обеззараживающихъ раство- ровъ вмѣст. 4 литра, съ тубусомъ у дна, резиновыми трубками, стекляннымъ нако- нечникомъ и зажимомъ Мора (штативъ къ нимъ см. № 239)	2	—	2	—
192	Склянки реактивныя съ притертой плоской пробкой, бѣлаго стекла	8	вм. 100к/см	4	вм. 100к/см
193	то же	4	„ 250 „	3	„ 250 „
194	то же	4	„ 500 „	2	„ 500 „
195	то же	3	„ 1000 „	2	„ 1000 „
196	то же оранжеваго стекла	2	„ 100 „	1	„ 100 „
197	то же	2	„ 500 „	1	„ 500 „
198	то же	1	„ 1000 „	1	„ 1000 „
199	Сосуды безопасныя для храненія керо- сина	2	2 литра	1	2 литра
200	то же для спирта	1	1 литръ	1	1 литръ
201	Стаканы химическіе съ носикомъ, гнѣздо въ 6 штукъ	2 гнѣзда	—	2 гнѣзда	—
202	Стаканы толстаго стекла для пробирокъ .	2	—	1	—
203	то же большаго размѣра	2	—	1	—

№ по порядку	Наименованіе предметовъ.	Комплектъ I.		Комплектъ II.	
		Количе- ство.	Размѣръ.	Количе- ство.	Размѣръ.
204	Стаканы металлическіе для пробирокъ ма- лага размѣра	2	—	1	—
205	то же средняго размѣра	2	—	1	—
206	то же большаго размѣра	2	—	1	—
207	Стекля часовыя малаго размѣра	8	—	5	—
208	то же средняго размѣра	4	—	2	—
209	Ступка фарфоровая съ рыльцемъ и пести- комъ	1	—	1	—
210	Сѣтки желѣзныя съ азбестовымъ кружкомъ, малаго размѣра	2	—	1	—
211	то же средняго размѣра	2	—	1	—
212	Треножникъ плоскаго желѣза, высотой 13 см. для спиртовыхъ лампочекъ №№ 162 и 163	2	—	1	—
213	то же къ спирто-газовой горѣлкѣ № 136 .	1	—	1	—
214	то же къ горѣлкѣ № 137	1	—	1	—
215	то же для котла № 159	1	—	1	—
216	Трубки красной резины, разныхъ диаметровъ	1 ф.	—	1/2 ф.	—
217	то же толстостѣнная соединительная къ фильтровальнымъ аппаратамъ №№ 49, 51 и 55	1/2 "	—	1/4 "	—
218	Трубки стеклянныя легкоплавкія, разныхъ диаметровъ, для липетокъ Пастера и пр. . .	5 "	—	3 "	—
219	Футляръ съ разновѣсомъ отъ 0,01 до 50 грм. къ вѣсамъ № 134	1	—	1	—
220	то же до 500 грм. къ вѣсамъ № 135	1	—	1	—
221	Цилиндръ стеклянный съ притертой проб- кой для храненія стеклянныхъ трубокъ . .	1	—	1	—
222	Цилиндры измѣрительные съ дѣленіями на куб. см., равномѣрнаго бѣлаго стекла, на массивной ножкѣ, съ носикомъ	2	10 к'см.	1	—
223	то же	2	50 "	1	—
224	то же	2	100 "	1	—
225	то же	1	250 "	1	—
226	то же	2	500 "	1	—
227	Цилиндры жестыя съ крышками для хра- ненія пробирокъ съ питательными средами.	2	—	2	—
228	Цилиндры стеклянные съ притертыми проб- ками для препаратовъ	6	—	3	—
229	Чашка выпаривательная фарфоровая, малая .	1	—	1	—
230	то же средняя	1	—	1	—
231	то же большая	1	—	1	—
232	Чашки (простоквашницы) коническія толста- го стекла	2	—	1	—
233	Штативы Оствальда для фильтрованія, латунной проволоки	1	—	1	—
234	Штативъ для микрохимическихъ работъ съ 3-мя кольцами и стеклянными воронками. (Не входитъ въ комплектъ № II.)	1	—	—	—
235	Штативъ металлическій для ручныхъ вѣсовъ № 134	1	—	1	—
236	Штативъ деревянный съ 2-мя переставными кольцами и держателями для воронкъ и двойнымъ держателемъ для бюретокъ . . .	1	—	1	—
237	Штативы для вставленія 12 пробирокъ № 84	4	—	2	—

№ по порядку.	Наименованіе предметовъ.	Комплекть I.		Комплекть II.	
		Количе-ство.	Размѣръ.	Количе-ство.	Размѣръ.
238	то же для агглютинаціонныхъ пробирокъ № 85	2	—	1	—
239	Штативъ складной для стеклянокъ съ обеззараживающимъ растворомъ № 191, укрѣпляющійся у края любого стола, съ двумя педалями, 2 стеклянными чашками, эмалированнымъ тазомъ для мытья рукъ, эмалированнымъ ведромъ съ крышкой для отбросовъ и эмалированной мыльницей	1	—	1	—
240	Щетки для мытья рукъ	6	—	4	—
241	Щетки для пробирокъ, среднія	6	—	4	—
242	то же для пипетокъ, большія	4	—	2	—
243	то же для колбъ	3	—	2	—
244	Этикетки для стеклянокъ	100	—	50	—
ГРУППА Г.					
Анатомо-физиологическіе инструменты и принадлежности.					
245	Банки для крысъ, стеклянныя съ латунной състчатой крышкой, затворомъ и ручкой	3	—	1	—
246	то же для мышей	2	—	1	—
247	Бритва обоюдо-вогнутая	1	—	1	—
248	Лампочка стеклянная для дезинфекціи небольшихъ инструментовъ, малаго размѣра	1	—	1	—
249	то же, средняго размѣра	1	—	1	—
250	Иглы для зашиванія труповъ, двухъ размѣровъ	6	—	3	—
251	Канюли (иглы) платино-иридіевыя для шприцевъ №№ 280—281	2	—	1	—
252	то же для шприца № 282	2	—	1	—
253	то же для шприца № 283	2	—	1	—
254	то же для шприца № 284	2	—	1	—
255	то же для шприца № 285	2	—	1	—
256	Клѣтки Вольфа-Эйснера для мелкихъ опытныхъ животныхъ; стѣнки и дно изъ мелкой сѣтки	2	—	1	—
257	Клѣтки для опытныхъ животныхъ средней величины	2	—	1	—
258	Кнопки для прикрѣпленія животныхъ. новаго образца съ толстой плоской съ углубленіемъ никелированной головкой; большія то же малыя	12 10	— —	8 6	— —
259	Нитки для зашиванія труповъ	3 кат.	—	1 кат.	—
260	Ножницы кишечныя	1	—	1	—
261	то же костныя	1	—	1	—
262	Ножницы Купера	2	—	1	—
263	Ножницы прямыя разборныя, малыя	1	—	1	—
264	то же среднія	1	—	1	—
265	Ножи для вскрытія съ металлическими ручками	2	—	1	—
266	то же Вирхова	2	—	1	—
267	то же финскіе	1	—	1	—

№ по порядку.	Наименование предметов.	Комплектъ I.		Комплектъ II.	
		Количе- ство.	Размѣръ.	Количе- ство.	Размѣръ.
269	Пила для черепа	1	—	1	—
270	Пинцетъ для захватыванія животныхъ . .	1	—	1	—
271	Пинцеты хирургическіе съ крючками, малые	2	9 см.	1	—
272	то же средніе	2	13 "	1	—
273	то же большіе	2	20 "	2	—
274	Пинцеты анатомическіе съ тупыми концами	2	11 1/2 "	2	—
275	Скальпели съ металлическими ручками .	3	—	2	—
276	то же болѣе крупныя	2	—	1	—
277	Стерилизаторъ для инструментовъ и пере- вязочныхъ матеріаловъ	1	—	1	—
278	Тазъ эмалированный для вскрытія живот- ныхъ, съ деревянной вставной доской . .	1	—	1	—
279	то же большаго размѣра	1	—	1	—
280	Шприцъ Рекордъ	1	1 к см.	1	—
281	то же	2	2 "	1	—
282	то же	2	5 "	1	—
283	то же. (Не входитъ въ комплектъ № II.) .	1	10 "	—	—
284	то же. (Не входитъ въ комплектъ № II.) .	1	20 "	—	—
285	Шприцъ Л ю р а, весь стеклянный	1	5 "	1	—
286	Шпиль для крысъ	1	—	1	—
287	то же для мышей	1	—	1	—
ГРУППА Д.					
Дезинфекціонные и дезинсекціонные аппараты.					
288	Аппаратъ Заусайлова, для полученія сѣрнистаго газа	1	—	1	—
289	Аппаратъ Ф л ю г г е для дезинфекціи фор- малиномъ	2	—	1	—
290	Гидропульсы металлическіе съ шарообраз- нымъ расширеніемъ	2	—	1	—
291	то же эбонитовые	1	—	1	—
292	Камера дезинфекціонная ¹⁾	—	—	—	—
293	Парообразователь аммиачный для дезодо- раціи формалина	1	—	1	—
Средства дезинфекціонныя и дезинсекціон- ныя, см. №№ 336, 336, 415, 427, 431 . . .					
ГРУППА Е.					
Діагностическіе приборы и принадлеж- ности.					
294	Листки температурныя, въ книжкахъ	4	—	2	—
295	то же Шварца, круговые	10	—	5	—
296	Наборъ перкуссионный, заключающій: сте- тотоскопъ, молоточекъ и плессиметръ . . .	1	—	1	—

¹⁾ По особому запросу предлагаются дезинфекціонныя камеры: „Гелиосъ“, парофор-
малиновые: „Японскія“ и др.

№ по порядку	Наименованіе предметовъ.	Комплектъ I.		Комплектъ II.	
		Количе- ство.	Размѣръ.	Количе- ство.	Размѣръ.
297	Термометры максимальные, для измѣренія температуры тѣла человѣка, клейменные	5	—	3	—
298	то же для животныхъ средняго размѣра	5	—	3	—
299	то же для мелкихъ животныхъ	3	—	2	—
300	Фонендоскопъ Баччи-Біанки съ градуированнымъ заглушителемъ. (Не входитъ въ комплектъ № II.)	1	—	—	—
ГРУППА Ж.					
Одежда защитная.					
301	Боты резиновыя	2	—	1	—
302	Кольца резиновыя для рукавовъ	25	—	15	—
303	Мѣшки изъ прорезиненнаго съ 2-хъ сторонъ миткаля (для одежды см. №№ 304, 305, 306)	2	—	1	—
304	Нарукавники кожаные	2	—	1	—
305	Пакеты индивидуальныя, содержащія каждый:	2	—	2	—
305 а в г	1 тубу борнаго вазелина				
	1 консервы Заболотнаго				
	4 пак. стерилизов. гигроскоп. ваты				
	2 респиратора Заболотнаго				
306	Перчатки резиновыя черныя	4	—	2	—
307	то же бѣлыя	2	—	1	—
308	Полотенца холщевыя	10	—	6	—
309	Сапоги резиновыя	1	—	1	—
310	Халаты изъ прорезиненнаго съ 2-хъ сторонъ свѣтлаго батиста	2	—	2	—
311	то же изъ прорезиненнаго съ одной стороны чернаго вискатина	2	—	1	—
312	Халаты холщевые	5	—	3	—
313	Чепцы (колпаки) съ капюшонами, изъ прорезиненнаго съ 2-хъ сторонъ свѣтлаго батиста	2	—	2	—
314	то же изъ прорезиненнаго съ одной стороны чернаго вискатина	2	—	1	—
315	Штаны изъ прорезиненнаго съ 2-хъ сторонъ свѣтлаго батиста	2	—	2	—
316	то же изъ прорезиненнаго съ одной стороны чернаго вискатина	1	—	1	—
ГРУППА З.					
Письменные, хозяйственныя принадлежности и проч.					
317	Бумага липкая для настькомыхъ	100 л.	—	50 л.	—
318	Бумага почтовая для писемъ	100 „	—	50 „	—
319	Блок-ноты малые	10 „	—	5 „	—
320	то же большіе	3	—	2	—
321	Вѣшалки складныя, американскаго типа	4	—	2	—
322	Инструменты столярныя, наборъ въ деревянномъ ящикѣ, заключающій: универсальный молотокъ, клещи, гвозди и винты раз-				

№ по порядку	Наименованіе предметовъ.	Комплектъ I.		Комплектъ II.	
		Количе- ство.	Размѣръ.	Количе- ство.	Размѣръ.
	личной величины, синтетиконъ, клей, кле- янку и пр.	1	—	1	—
323	Карандаши чернильные съ металлич. кол- пачками	6	—	4	—
324	Книжка записная съ карандашемъ	1	—	1	—
325	Кнопки для прикрѣпленія бумаги	1 кор.	—	1 кор.	—
326	Конверты для бумаги № 318	50	—	25	—
327	Машинка для стрижки волосъ	1	—	1	—
328	Мыло карболовое	12 куск.	—	6 куск.	—
329	т о ж е сулемовое	12	—	6	—
330	Мыльницы	2	—	1	—
331	Мышеловки	2	—	1	—
332	Нитки для обвязки	2 кат.	—	1 кат.	—
333	Плевательница эмалированная	1	—	1	—
334	Подсѣчникъ металлическій	1	—	1	—
335	Полки деревянные съ откидными кронштей- нами, окрашенные бѣлой эмалевой краской	4	—	2	—
336	Порошокъ отъ наѣдомыхъ	5	—	2 ф.	—
337	Рукомойникъ мѣдный съ золотникомъ . .	1	—	1	—
338	Рулетка	1	—	1	—
339	Свѣчи стеариновые, четверикъ	1	—	1/2 ф.	—
340	Спички	10 кор.	—	5 кор.	—
341	Сѣтка желѣзная, окрашенная для оконъ (для защиты отъ комаровъ и мухъ)	15 арш.	—	10 арш.	—
242	Тазъ эмалированный для мытья рукъ . . .	1	—	1	—
343	Толщѣмѣръ для опредѣленія толщины про- волоки, иглъ и пр.	1	—	1	—
344	Фонарь электрическій	1	—	1	—
345	Батареи запасныя къ нему	2	—	1	—
346	лампочки запасныя къ фонарю № 344 . .	2	—	1	—
347	Чайникъ эмалированный	1	—	1	—
ГРУППА И.					
Дезинфекціонныя средства, краски, ре- активы, среды питательныя и матеріалъ для ихъ приготовленія, сыворотки и пр. ¹⁾					
348	Агаръ-агаръ порошкомъ (б-ка)	100 грм.	—	100 грм.	—
349	т о ж е въ брускахъ	500 "	—	250 "	—
350	т о ж е въ ниткахъ	200 "	—	100 "	—
351	Алкоголь абсолютный (сткл.)	500 "	—	200 "	—
352	т о ж е метиловый, хим. чистый (сткл. съ прит. пробкой)	500 "	—	250 "	—
353	Анилинъ свѣтлый (оранж. сткл. съ притерт. пробкой)	100 "	—	100 "	—
354	Ацетонъ (сткл.)	500 "	—	250 "	—
355	Бальзамъ	50 "	—	50 "	—

¹⁾ Если на обязанности санитарной лабораторіи не лежитъ практическая дезин-
фекція, количество дезинфекціонныхъ средствъ должно быть уменьшено.

№ по порядку.	Наименованіе предметовъ.	Комплекть I.		Комплекть II.	
		Количе- ство.	Размѣръ.	Количе- ство.	Размѣръ.
356	Бинты марлевые	2×10 ар.	1½ в.	1×10 ар.	—
357	Вата гигроскопическая	1 ф.	—	½ ф.	—
358	то же простая	3 "	—	2 "	—
359	Вазелинь бѣлый американскій (б-ка)	200 гр.	—	100 гр.	—
360	Глицеринъ чистый 29 ⁰ (скл.)	2 кил.	—	1 кил.	—
361	Желатина бѣлая	2 ф.	—	2 ф.	—
362	Юдь металлическій (ор. б-ка съ притер. пробкой)	25 грм.	—	25 грм.	—
363	Калій азотнокислый хим. чист. (б-ка)	1000 "	—	500 "	—
364	то же іодистый (б-ка)	100 "	—	50 "	—
365	то же уксуснокислый (б-ка)	1000 "	—	500 "	—
366	Кислота карболовая, кристалл., химически чистая (б-ка)	2 килогр.	—	1 килогр.	—
367	то же соляная (сткл. съ прит. проб.)	250 грм.	—	100 гр.	—
368	то же сѣрная	250 "	—	100 "	—
369	то же осміевая	2×½	—	2×¼	—
370	то же уксусная (сткл. съ прит. проб.)	250 "	—	100 "	—
371	то же фосфорная	100 "	—	50 "	—
Краски для микроскопированія; а) въ ра- створѣ (№№ 375—377).					
372	гемаоксилинъ Де ла Филъда (сткл.)	2×50 гр.	—	50 гр.	—
373	генціанъ-фіолеть концентр. спирт. (сткл.)	2×50 "	—	50 "	—
374	Гимза (сткл.)	2×50 "	—	2×50 "	—
375	синька метиленовая Лёфлера (сткл.)	2×50 "	—	50 "	—
376	фуксинъ карболовый Циль-Нильсона (сткл.)	2×50 "	—	50 "	—
377	эозинъ концентр. спиртов. (сткл.)	2×50 "	—	50 "	—
б) сухіе (№№ 378—386).					
378	бисмаркъ-браунъ	2×10 гр.	—	10 гр.	—
379	генціана-фіолеть (б-ка)	2×10 "	—	10 "	—
380	зелень малахитовая (б-ка)	2×10 "	—	10 "	—
381	нейтральротъ (б-ка)	2×10 "	—	10 "	—
382	синька метиленовая (б-ка)	2×10 "	—	10 "	—
383	то же метиловая (б-ка)	2×10 "	—	10 "	—
384	фуксинъ основной (б-ка)	2×10 "	—	10 "	—
385	эозинъ спиртовой	2×10 "	—	10 "	—
386	то же водный	10 "	—	10 "	—
387	Ксилоль (сткл. съ прит. проб.)	200 "	—	100 "	—
388	Лизоль (сткл.)	2000 "	—	1000 "	—
389	Маннитъ (б-ка)	200 "	—	100 "	—
390	Марля гигроскопическая	25 арш.	—	15 арш.	—
391	Масло бергамотное (сткл.)	25 гр.	—	25 гр.	—
392	то же кедровое для иммерсіи (сткл.)	50 "	—	50 "	—
393	Мыло зеленое (жест.)	5 ф.	—	2½ ф.	—
394	Мясной экстрактъ Либиха	2×¼ ф.	—	¼ "	—
395	Натрій хлористый, химич. чистый (б-ка)	1000 гр.	—	500 гр.	—
396	то же углекислый (б-ка)	1000 "	—	500 "	—
397	то же муравьинокислый (б-ка)	50 "	—	25 "	—
398	Настойка іодная (оранж. сткл. съ прит. проб- кой)	200 "	—	100 "	—
399	то же лакмусовая Кальбаума (ориг. скл.)	3×100 "	—	2×100 "	—

№ по порядку.	Наименованіе предметовъ.	Комплектъ I.		Комплектъ II.	
		Количе- ство.	Размѣръ.	Количе- ство.	Размѣръ.
400	Нутроза	2×100 гр.	—	100 гр.	—
401	Парафинъ (темп. плавл. 50—52°)	300 .	—	200 .	—
402	Пелтонъ Витте (ориг. б-ка)	3×100 .	—	2×100 .	—
403	Пирогаллолъ (ориг. жест.)	2×25 .	—	35 .	—
404	Питательное вещество Гейдена	50 .	—	25 .	—
405	Сахаръ молочный (б-ка)	100 .	—	100 .	—
406	то же виноградный (б-ка)	250 .	—	100 .	—
Среды питательныя:					
407	агаръ-косой	20 проб.	—	20 проб.	—
408	" прямой	10 .	—	5 .	—
409	" (въ стеклянкѣ № 93)	500 гр.	—	500 гр.	—
410	бульонъ	20 проб.	—	10 проб.	—
411	" (въ стеклянкѣ № 93)	500 гр.	—	500 гр.	—
412	желатина	20 проб.	—	10 проб.	—
413	вода пептонная	20 .	—	10 .	—
414	кровяная сыворотка	40 .	—	20 .	—
415	Сулема въ таблеткахъ (1:1 грм.)	1000 гр.	—	500 гр.	—
Сыворотки агглютинирующія:					
416	дизентерійная	10 фл.	—	5 фл.	—
417	паратифозная А	10 .	—	5 .	—
418	паратифозная В	10 .	—	5 .	—
419	тифозная	10 .	—	5 .	—
420	холерная	10 .	—	5 .	—
То же лечебныя:					
421	противотифозная	5 фл.	—	2 фл.	—
422	противодизентерійная	5 .	—	2 .	—
423	противотетаническая	5 .	—	2 .	—
424	противодифтерійная	5 .	—	2 .	—
425	противочумная	5 .	—	2 .	—
426	Сыворотка молочная (Кальбаума)	2×100 гр.	—	100 гр.	—
427	Сѣра	20 фун.	—	10 фун.	—
428	Талькъ порошкомъ (б-ка)	100 гр.	—	50 гр.	—
429	Танинъ (б-ка)	50 .	—	25 .	—
430	Терпентинъ (сткл.)	100 .	—	100 .	—
431	Формалинъ Шерринга 2-хъ	5000 .	—	2000 .	—
432	Хлороформъ чистый (ор. сткл. съ прит. пробкой)	200 .	—	100 .	—
433	Эфиръ сѣрный абсолютный (сткл.)	200 .	—	100 .	—

IX.

Шрифтъ Снеллена № 1.

Для измѣренія прозрачности воды.

1,0.

Научная санитарная оцѣнка питьевой воды и источниковъ водоснабженія представляетъ собой одну изъ самыхъ сложныхъ проблемъ санитарной экспертизы.

5 4 1 7 8 3 0 9

1,0.

Научная санитарная оцѣнка питьевой воды и источниковъ водоснабженія представляетъ собой одну изъ самыхъ сложныхъ проблемъ санитарной экспертизы.

5 4 1 7 8 3 0 9

1,0.

Научная санитарная оцѣнка питьевой воды и источниковъ водоснабженія представляетъ собой одну изъ самыхъ сложныхъ проблемъ санитарной экспертизы.

5 4 1 7 8 3 0 9

1,0.

Научная санитарная оцѣнка питьевой воды и источниковъ водоснабженія представляетъ собой одну изъ самыхъ сложныхъ проблемъ санитарной экспертизы.

5 4 1 7 8 3 0 9

IX.

Шрифтъ Снеллена № 1.

Для измѣренія прозрачности воды.

1,0.

Научная санитарная оцѣнка питьевой воды и источниковъ водоснабженія представляетъ собой одну изъ самыхъ сложныхъ проблемъ санитарной экспертизы.

5 4 1 7 8 3 0 9

1,0.

Научная санитарная оцѣнка питьевой воды и источниковъ водоснабженія представляетъ собой одну изъ самыхъ сложныхъ проблемъ санитарной экспертизы.

5 4 1 7 8 3 0 9

1,0.

Научная санитарная оцѣнка питьевой воды и источниковъ водоснабженія представляетъ собой одну изъ самыхъ сложныхъ проблемъ санитарной экспертизы.

5 4 1 7 8 3 0 9

1,0.

Научная санитарная оцѣнка питьевой воды и источниковъ водоснабженія представляетъ собой одну изъ самыхъ сложныхъ проблемъ санитарной экспертизы.

5 4 1 7 8 3 0 9

IX.

Шрифтъ Снеллена № 1.

Для измѣренія прозрачности воды.

1,0.

Научная санитарная оцѣнка питьевой воды и источниковъ водоснабженія представляетъ собой одну изъ самыхъ сложныхъ проблемъ санитарной экспертизы.

5 4 1 7 8 3 0 9

1,0.

Научная санитарная оцѣнка питьевой воды и источниковъ водоснабженія представляетъ собой одну изъ самыхъ сложныхъ проблемъ санитарной экспертизы.

5 4 1 7 8 3 0 9

1,0.

Научная санитарная оцѣнка питьевой воды и источниковъ водоснабженія представляетъ собой одну изъ самыхъ сложныхъ проблемъ санитарной экспертизы.

5 4 1 7 8 3 0 9

1,0.

Научная санитарная оцѣнка питьевой воды и источниковъ водоснабженія представляетъ собой одну изъ самыхъ сложныхъ проблемъ санитарной экспертизы.

5 4 1 7 8 3 0 9

Указатель авторовъ.

- Альтшулеръ 310.
 Аничковъ 303.
 Амстронгъ 132, 34.
 Арнольдовъ 10, 11.
- Бардзиковъ 20.
 Бердниковъ 320.
 Беръ 72, 73, 74, 186.
 Блахеръ 153, 155, 156.
 Беркефельдъ 307, 312.
 Бертенсонъ 219.
 Болохонцевъ 23, 28, 322.
 Боме 28.
 Бонжанъ 18, 114, 242.
 Брусаянъ 151.
 Буде 142, 155.
 Буксеръ 94.
 Булирь 19, 20, 297, 298, 399, 301, 305.
 Бунзенъ 43, 167, 271.
 Буткевичъ 10, 11.
 Бутронъ 142, 155.
 Буттенбергъ 239.
 Бутягинъ 306.
 Бухнеръ 16, 17.
 Бушъ 116.
- Вагнеръ 23.
 Ванклинъ 250.
 Валле 308.
 Ванъ-Эккъ 186.
 Варта 156.
 Васильева 197.
 Веденяпинъ 219.
 Веймарнъ 11.
 Вейсенфельдъ 18.
 Вельдертъ 92, 242.
 Вейсанъ 18, 297, 203.
 Вильсонъ 143, 148.
 Вилльфр 312, 313.
 Виндельбанъ 310.
 Винклеръ 74, 99, 111, 143, 148, 151,
 152, 153, 155, 173, 187, 192, 193, 195,
 196, 197, 200, 270, 272, 273, 274.
 Виноградскій 4, 23.
- Вислоухъ 28, 328, 335, 336.
 Витте 295, 322.
 Вольфъ 84, 85, 123, 134.
 Вольфгюгель 291, 293.
 Вортманъ 19.
- Гейзе 62.
 Геймъ 258, 309.
 Гемпель 271, 272.
 Геннеръ 84, 85, 87, 179.
 Геннигсонъ 301, 305, 306.
 Генри 94.
 Гертнеръ 2, 12, 13, 327.
 Гессе Е. 312, 313.
 Гессоль Ниль 23.
 Гехстъ 323.
 Гильгерманъ 309.
 Горовицъ - Власова 20, 21, 297, 300,
 307, 322.
 Гофманъ 313.
 Грамъ 300, 320.
 Грандваль 114, 115, 255, 284.
 Гриммъ 322.
 Гриссъ 126, 127, 253, 284.
 Груберъ 30, 320, 325.
 Гумфри 271.
 Густавсонъ 281, 282.
 Гунтемюллеръ 320.
 Гучъ 181, 184.
 Гюппе 320.
- Дворжанчикъ 91, 92.
 Деннштедтъ 283.
 Джиль (Gill) 114.
 Дитгазенъ 32.
 Добровольскій 19, 20, 74, 186, 199,
 297, 302, 304.
 Добросклонскій 379.
 Дорошевичъ 91, 92.
 Дригальскій 298, 300, 304, 308, 309,
 310, 313, 314.
 Дроздонъ 231.
 Дубянская 151, 158.
 Дунбаръ 18, 239, 244.

Дьедонне 319, 320, 321.

Жерарденъ 19.

Заболотный 21.

Залесский И. А. 107, 109.

Зенфъ 23, 26.

Зеренсенъ 104.

Зиминъ 231.

Златогоровъ 20, 21, 28, 297, 328.

Имгофъ 72, 288.

Исаевъ 316, 321.

Юдлбауэръ 140, 250.

Юсть 27.

Кайзеръ 18, 313.

Кальбаумъ 323.

Кальманъ 258.

Кальметъ 239, 244.

Караффа-Корбутъ 92.

Каро 83, 243.

Кашинский П. 75, 355.

Кашинский 313.

Кенигъ 133, 251, 252.

Кизеветтеръ В. 155.

Киппъ 206.

Кирилинъ 11.

Классенъ 204, 251.

Клейнъ 311.

Клутъ 165.

Клэркъ 143.

Кнауъ 143, 146.

Кнопль 193.

Кнорре 173.

Коловратъ Червинский 94.

Кольквицъ 26, 328, 329, 331, 332, 335, 336.

Кольраушъ 89.

Коникъ-де 258.

Конрадъ 16, 213, 308, 309, 310, 313, 322.

Конъ 23.

Контковский 231.

Копеншауэръ 269.

Корнь 239.

Коршунъ С. 140, 158.

Костяминъ 114.

Коциаъ 15.

Кохъ 10, 17, 20, 215, 315.

Красовская 109, 110.

Криссмеръ 191.

Кристианъ 19.

Крузе 327.

Кубель 80, 101, 103, 109, 120, 247, 323.

Кувалдинъ 145.

Кулишъ 136, 140, 151.

Купцисъ 187.

Кюри 94.

Кьельдаль 135, 137, 139, 140, 250, 281.

Ласточкинъ 74, 302, 304.

Лебедянцева 115.

Леви 7, 33, 186, 187, 247.

Левинъ 59, 104, 322.

Лейтцъ 335.

Леманъ 10, 104.

Ленцъ 313, 324.

Лёфлеръ 313, 324.

Либихъ 193, 295, 322.

Лоней 33.

Лорисъ-Меликовъ 314

Луерсонъ 32.

Лунге 213.

Люббертъ 11.

Любинский 320.

Людвигъ 27.

Ляжу 114, 115, 255, 284.

Маассенъ 4.

Майгоферъ 217.

Макъ-Конкей 302.

Марбутенъ 32, 216, 217.

Маргеритъ 163, 166.

Марксъ 17, 119.

Марманъ 302.

Марсонъ 26, 28, 326, 329, 336.

Маршалъ 172.

Мартъ 266.

Махе 94.

Мейзенгеймеръ 258.

Мещъ 17, 22, 23, 25, 26, 29, 329.

Мигуаъ 17.

Микель 11, 19, 159.

Миллеръ 313.

Милославский 116, 127, 253.

Мордбергъ 297.

Моръ 49, 50, 51, 59, 128, 129, 181, 188, 208, 271.

Мюллеръ 309.

Надсонъ 279, 280.

Недригайловъ 322.

Нейбауэръ 85.

Нейманъ 264.

Нердлингеръ 32.

Неслеръ 129, 132, 135.

Никитинский 27.

Никитинъ 187.

Нитеръ 313.

Новакъ 19, 20, 301, 305.

Новянский 158.

Нолль 98, 113, 114, 173, 203, 254.

Ожье 11.

Ольдекопъ 298.

Ольмюллеръ 216.

Ольтманъ 25.

Омелянский 297.

Орелкинъ 166, 169.

Орловъ 5.

Оствальдъ 89.

Парксъ 8, 9.

Пашкина Н. 309, 310.

Пелиго 139, 252.

Перфильевъ 280, 331, 332, 333.

Петри 289, 291, 292, 300, 308.

Петрушка 19, 212, 303.

Петтенкоферъ 203, 209, 211, 214.

Пичахчи 248, 273.

Плѣснеръ 92.

Плягге 11.

Погожевъ 162.

Погребовъ 215.

Подвысоцкій 219.

Посалевскій 19, 313, 324, 325.

Праусницъ 14, 17.

Прейсе 89, 94, 134.

Пржибытекъ 322.

Проскауэръ 11, 171.

Пушъ 19, 212, 303.

Пфейферъ 19, 21, 156, 157, 316, 317, 318, 321.

Пфланцъ 155.

Рамзай 271.

Рейхартъ 14, 42.

Риглеръ 92.

Ридеаль 195, 196, 197, 271.

Рислеръ 271.

Рогенгагенъ 269.

Роде 94, 297.

Роминъ 186.

Ротберггеръ 298.

Ротъ 313.

Руберъ 6, 11, 13, 140, 328, 335.

Сіевекинъ 93.

Скляво 286, 287, 288.

Славскій 115.

Снелленъ 87, 241.

Сокслетъ 269, 270.

Сорокинъ 23.

Скориковъ 23, 26, 27.

Скуддеръ 243.

Стюартъ 195, 196, 197.

Тарасевичъ 297.

Теклю 119.

Тиманъ 12, 13, 59, 188, 258, 323.

Тильмансъ 214.

Тиме 72, 73, 74, 186.

Тицъ 313, 324.

Тищенко 149.

Трійя 32, 216.

Тредвелъ 173.

Триллхъ 203.

Тромсдорфъ 111, 117, 119, 121, 126, 258.

Туммъ 239.

Уипплъ 19, 301.

Уитстонъ 89.

Ульшъ III, 255.

Файстъ 143, 146.

Фаршштейнеръ 239.

Федерольфъ 309.

Фейстмантель 310.

Фельдгаузъ 103, 120, 128.

Фельксъ 234.

Фиккеръ 308, 310, 313, 314, 328.

Фишеръ 6, 148, 313.

Флюгге 13, 18, 30.

Фольгардтъ 171, 191, 260, 268, 284.

Форель 86.

Фоулеръ 239, 243, 244.

Фрезениусъ 204, 205, 207, 208, 209, 251.

Фрейденрейхъ 18.

Фрэнклэнлъ 132, 134, 140.

Хлопинъ 10, 80, 89, 200, 266, 268, 269, 297, 300, 304, 322.

Чаплевскій 286, 287, 288.

Чига 20, 327.

Чугаевъ 166, 169.

Шамберлянъ 307, 312.

Шантмессъ 311, 312.

Шапманъ 250.

Шепилевскій 310.

Шерингъ 70.

Шидловскій 13, 80, 198.

Шлейхеръ 39.

Шмитъ 94, 95.

Шмицъ 161.

Шлетъ 4.

Шнитта (Спитта) 7, 72, 198, 242, 247, 273, 288.

Шульцъ 106, 107, 240, 248, 258.

Шюдеръ 308.

Шюреръ 302.

Шютценбергеръ 188, 271.

Шербаковъ 5.

Эбертъ 20, 307.

Эйкманъ 18, 19, 212, 297, 298, 299, 301, 305, 306.

Эндо 19, 299, 300, 304, 309, 314, 323, 325.

Эльмановичъ 107, 109, 201.

Энглеръ 93.

Эрдманъ 42, 47, 50, 92.

Эрисманъ 14.

Эрлихъ 300.

Эсмархъ 302.

Яковлевъ В. И. 15, 17, 300, 318, 322.

Яковкинъ 191.

Предметный указатель.

- Агарь 291, 296, 315, 318, 322, 323, 324.
Азбестъ 88, 136.
Азолитминъ 60.
Азотистый ангидридъ 119.
Азотистая кислота 4, 5, 119, 121, 124, 253, 255, 258, 284.
Азотистокислый кали 119.
Азотистокислый натръ 121.
Азотистокислыя соли 121.
Азотная кислота 4, 5, 110, 254, 255, 258, 284.
Азотнокалиевая соль 113, 114.
Азотнокислая закись марганца 172.
Азотнокислый барій 143, 144, 145.
Азотнокислый свинець 178.
Азотный ангидридъ 115.
Азотъ 135, 140, 250, 281.
Ализаринъ 62, 98, 157.
Амміакъ 4, 80, 96, 129, 132, 134, 249, 250, 281.
Амміакъ минеральный и бѣлковый 249, 250.
Амфитрофы 27.
Анализъ 33, 34, 46.
Англійскій приборъ для измѣренія скорости поглощенія кислорода 274.
Англійскіе способы опредѣленія органическихъ веществъ 243.
Аніоны 82.
Арретировка вѣсовъ 36.
Аспираторъ 205.
Атомность 53.
Атомные вѣса 53, 347.
Аутотрофы 27,
Бактеріологическій способъ 14, 284, 289, 296, 307, 322, 326.
Бентось 25, 28, 328, 333.
Берлинская лазурь 165.
Бертолетова соль 165.
Бикарбонаты=двууглекислыя соли.
Біологическій способъ 22, 30, 328, 330, 335, 336.
Біологическіе фильтры 222, 272.
Бромистоводородная кислота 116.
Бруцинъ, 110, 113, 254.
Брюшнотифозная палочка 20, 307, 311, 313, 327.
Бѣлильная известь 200, 201.
Бюкса 35.
Бюретки 49, 51, 52.
Валентность 53.
Введеніе въ химическій анализъ 33.
Ведро Налсона 279.
Везувинъ 125.
Взвѣшенные вещества 22, 77, 80, 87, 240.
Взвѣшиваніе 34.
Взятіе пробъ для изслѣдованія 70.
Вкусъ 83.
Водная вытяжка 280.
Водородъ 53, 347.
Водяная баня 38.
Воздушно-сухое вещество 280.
Возстановленіе 54, 67.
Всадникъ 34, 36.
Выпариваніе 39.
Выраженіе результатовъ анализова 81.
Высушиваніе осадковъ 41, 100.
Вѣсовой анализъ 34.
Вѣсы химико-аналитическіе 34.
 . аптекарскіе 39.
 . химико-техническіе 37.
Вѣсъ газовъ 348.
Газометрическое опредѣленіе 255, 258.
Газы 184.
 . сточныхъ водъ 270.
Галоидометрія 68.
Геннеровскіе цилиндры 85.
Гетеротрофы 27.
Гигроскопическая вода 34, 41, 100, 280.
Гидразинъ 116, 170.
Горѣлка Бартельса 43.
 . Бунзена 43.
Градусъ жесткости 141.

Градусъ кислотности 98.
„ щелочности 99.

Двууглекислыя соли 98, 142.
Двухромокалієвая соль 173, 190, 196, 199.
Дезинтерійная палочка 20, 327.
Декантація 40.
Дитіоновая кислота 172.
Дитіоновокислая закись марганца 172.
Дифениламинъ 111.
Дифениленданило-дигидротріазоль 116.
Дрожжи 218.

Желатина 290, 295, 296.
Желонка 279.
Желтая кровяная соль 165.
Жесткость 6, 10, 141, 143, 146, 148, 153.
„ общая 150, 154.
„ постоянная 142.
„ устранимая 154.
Желѣзо (соли) 68, 163.
„ (метал.) 112, 255.
Желѣзо-синеродистая кислота 116,
Желѣзо-ціанистая мѣдь 178.
Жиры.

Заводы 218, 266.
Загниваніе сточныхъ водъ 241.
Загрязненіе водосмовъ 15, 18, 22, 214,
218, 231, 256.
Зажимъ для отсчета 49.
„ „ Мора 49, 51.
Зажимъ съ винтомъ 51.
Закисныя соли желѣза 155, 169.
„ „ марганца 171.
Закись азота 88.
Запахъ 82, 226, 230.
Земство 229.
Зоо-планктонъ 22, 323, 330, 336.

Изатинъ 117.
Известковая вода 152.
Известковое молоко 64.
Известковыя соли 150.
Илосось 331, 332.
Иль 279.
Индиго 117.
Индикаторы 58.
Инструкції Мед. Сов. 360, 362, 373.
Инструменты 330.

Иодистая ртуть 129.
Иодисто-водородная кислота 116.
Иодистый калий 70, 120, 190, 199, 202.
Иодистый меркурамоній 129, 130.
Иодистый натръ 55, 69.
Иодная проба 242.
Иоднокалієвая соль 70.
Иодно-цинковый крахмальныи клейстеръ
120, 123.

Иодометрія 68.
Иодъ 55, 68, 69, 119, 190, 191.

Калиброванные стклянки 190.
Кали-натръ виннокислыи 130.
Калий (соли) 174, 175, 176.
Калийное мыло=олеиновокислыи кали
143.
Камера Кольквица 331.
Карбонаты=углекислыя соли 93.
Катаробіонты 26, 28, 329.
Катионы 32.
Кислородъ 7, 102, 104, 186, 195, 197,
232, 270, 273.
Кислотность 98.
Кислыи углекислыи кальцій 156.
Кислыи углекислыи магній 156.
Кишечная палочка 18, 296, 300, 302,
303, 305, 326.
Клѣтчатка 270.
Коагуляція 99.
Колбы 47.
Колбы для фильтрованія 39.
Колодцы 16, 72.
Колориметръ съ постояннымъ объемомъ
119, 125.
Колориметръ Вольфа 84, 85.
„ Кёнига 133.

Корзинка 290.
Коробка 289.
Кошениль 60, 136.
Крахмалъ 70.
Крахмальныи клейстеръ 70, 120, 123,
173, 190, 196, 200, 201, 202, 245, 250.
Кремнекислота 162.
Кристаллизационная вода 34.
Кружка 331, 332.

Лакмондъ 61.
Лакмусъ 58, 59, 98.
Лептомитусъ 25, 27.

Магнезiальныя соли 150, 160, 161.
Марганецъ (соли) 171.
Марганцевокалієвая соль 54, 68, 101,
102, 104, 106, 128, 196, 245, 248, 251.
Мезосапробіонты 26, 330, 337, 339.
Метанъ 273.
Метафенилендіаминъ 124, 125.
Метиленовая синька 242.
Метилоранжъ 61, 98, 99, 157, 213, 214.
Методы изслѣдованія сточныхъ водъ
239.
Микробиологическій способъ 14, 284.
Микроскопическій способъ 22, 328.
Микроскопическая флора и фауна 23,
284.
Миксотрофы 27.
Минеральныя соединенія 4.
Молекула (частица) 53.

Молекулярные вѣса 53.
 Муть=взвѣшенные вещества.
 Мыльная проба 142.
 Мыльный растворъ 143.
 Мышьякъ 218, 266.
 Мѣдъ (соли) 177.
 Мѣстный осмотръ 30.
 Навѣска 34.
 Навѣски для нормальныхъ растворовъ 53, 55.
 Натрій и его соли 64, 174, 175.
 Натристая известь 207.
 Насыщеніе (нейтрализация) 58.
 Нафталинъ 32.
 Нафтиламинъ 127.
 Неслеровскій реактивъ 129, 130.
 Нитраты 110.
 Нитриты 119.
 Нитрификация 17.
 Нитронъ 116.
 Нормальные растворы 53, 55.
 Нормы для питьевыхъ водъ 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14.
 Нормы для очистки сточныхъ водъ Англійской комиссіи 231.
 Нормы Мед. Сов. 225.
 . Моск. гор. комиссіи 229.
 . Дунбара 239.
 Объемный анализъ 33, 46.
 Общее количество азота 140.
 Озонъ 199.
 Окисленіе 67.
 Окисляемость 101, 106, 247, 248.
 Окись глинозема 163.
 Окись желѣза и ея соли 164.
 Окись кальція 158.
 Окись магнія 160.
 Окись углерода 273.
 Окраска 83.
 Олеиновая кислота ($C_{18}H_{32}O_2$) 142, 143.
 Олеиновочислый свинецъ 143.
 Олигосапробіонты 26.
 Олово (соли) 177.
 Органическій азотъ 135, 250.
 Органическія вещества 3, 77, 178, 179.
 Органическій углеродъ 251, 281.
 Осадокъ 241, 279.
 Осажденіе 39.
 Остатокъ послѣ прокаливанія 100, 284.
 Отсчетъ въ бюреткахъ 49, 50.
 Палка раздвижная 331, 332.
 Пальмитиновая к. 153.
 Пара-амидо-диметиламинъ 83, 242.
 Парафинъ 137.
 Патогенные микроорганизмы 1, 20, 288, 307.
 Перекись водорода 116.

Перекись марганца 172, 173.
 Пигментъ 61.
 Пикриновая кислота 116.
 Пипетки 48, 289.
 Пирофосфорно-магнезiальная соль 161, 262.
 Планктонная сѣть 331, 332.
 Планктонъ = микроскопическая флора и фауна.
 Платина 86.
 Платиновый конусъ 40.
 Платиновая посуда 44.
 Плотный остатокъ = сухой остатокъ.
 Поваренная соль 6, 180.
 Поверхностныя воды 214.
 Подземные источники 214.
 Показатель измѣняемости кислорода 197.
 . фекальнаго загрязненія 17, 296, 297, 302, 303.
 Полисапробіонты 26, 329, 337.
 Полуторо-хлорное желѣзо 84.
 Поплавокъ Эрмана 46.
 Посуда измѣрительная 46.
 Поташъ = углекислый кали.
 Потеря при прокаливаніи 101, 280.
 Приборы для взятія пробъ воды 73, 74, 286, 287, 288.
 Приборъ Кёнига 252.
 . Киппа 206.
 . для опредѣленію азотной и азотистой кислотъ 256.
 Приборъ для перегонки амміака 137, 139.
 . для собиранія газовъ 270, 271, 272.
 Приборъ Тищенко 206.
 . Фрезеніуса 209.
 . Фрезеніуса-Классена 204.
 Приготовленіе титрованныхъ кислотъ и щелочей 62.
 Приложенія 347.
 Проба четырехчасовая 243, 244.
 . трехминутная 243, 244.
 . въ термостатъ 243, 247.
 Программы для изслѣдованія водоснабженія 75, 348, 351.
 Прозрачность 87, 241.
 Промывалка 40.
 Промываніе осадка 40.
 Пѣна 142, 144, 145, 149.
 Радиактивность 3, 93.
 Распоряженія 360.
 Растворъ Кулиша 136.
 . мыла 142, 143, 144.
 Реактивы для качественныхъ реакцій 45.
 Реактивъ Каро 83, 242.
 . Неслера 129, 130.
 Реакція 97.
 Регуляторъ 42.
 Роданистая кислота 116.

- Роданистое желѣзо 164.
Роданистый аммоній 164.
Роданистый калий 164, 168.
Розоловая кислота 60.
Ртуть 137.
- Санитарная экспертиза 1.
Санитарныя требованія Мед. Сов. 225.
Санитарныя требованія московской ком-
миссiи 229.
Сапробионты 26, 329.
Сапрольз 32.
Свинецъ (соли) 177.
Свинцевый пластырь = олеиновокислый
свинецъ.
Свѣтлительный газъ 32.
Сегнетова соль 131.
Селитра = азотнокалиевая соль.
Септикъ 189.
Сжиганіе фильтра 42.
Синеродистыя соединенія 267.
Синильная кислота 267, 268.
Смѣсь ѣдкаго натра съ іодистымъ ка-
ліемъ 189, 196.
Смѣты 374, 389.
Сода 63.
Соляная кислота 55, 153, 157.
Соль Мора = двойная сѣрнокислая
соль закиси желѣза и аммонія 128.
Сообщества микроорганизмовъ 24, 336.
Списокъ показателей загрязненія 336.
Средняя проба 218.
Среды 295, 315, 319, 322.
Стаканъ 331, 332.
Стерилизаторъ 292.
Сточные воды 218.
Сульфаниловая кислота 127.
Сульфофеноловый растворъ 114.
Сухой остатокъ 3, 100, 167, 284.
Сушильный шкафъ 42.
Схемы санитарныхъ анализовъ 79.
Счетъ бактерій 15, 293.
Сѣрная кислота 62, 63, 98, 103, 129, 136.
Сѣрнистые металы 177.
Сѣрнистыя бактеріи 28.
Сѣрнистый калий 137, 165.
Сѣрнистый цинкъ 178.
Сѣрноватистокислый натръ = сѣрнова-
тистонатровая соль.
Сѣрноватистонатровая соль 55, 69, 70,
189, 196.
Сѣрнокислая закись желѣза 54, 68, 166.
Сѣрнокислая мѣдь 139, 141.
Сѣрнокислая окись желѣза 168.
Сѣрнокислый баритъ 183.
Сѣрнокислый кобальтъ 84.
Сѣрнокислый марганецъ 171.
Сѣрнокислый свинецъ 177.
Сѣрный ангидридъ 184.
Сѣроводородная вода 178.
Сѣроводородъ 6, 60, 83, 177, 241, 242.
Сѣтка 38.
- Таблица жесткости 146.
Температура 82.
Термостатъ 290, 291.
Термофильная проба 19, 303.
Термофильный титръ 19, 303, 304.
Тетрагеновый натръ 55, 69.
Тигель 43, 44.
Гуча 44, 88.
Титрованіе 57.
Титрованные растворы 52, 56.
Титръ 46, 53.
Треножникъ 38.
Трехугольникъ 38.
- Углекислота 61, 252, 273.
" прочно-связанная 203, 213.
" полусвязанная 203, 211, 213.
" свободная 203, 211, 213.
" общее количество 203, 209.
Углекислый калий 143.
Углекислый натръ 63, 112, 131.
Углекислый свинецъ 143.
Углеродъ органическій 251, 252, 253, 281.
Угуснокислый натръ 178.
Уксусная кислота 126, 178.
- Фабрики 218, 219.
Фекальное загрязненіе = показатель
фек. загрязненія.
Фенолы 268.
Фенолфталенинъ 61, 62, 63, 98, 210, 212,
213.
Фильтрованіе 39.
Фильтръ уплотненный 41.
Фито-планктонъ 22, 25.
Флуоресценція 215.
Флуороскопъ 216, 217.
Фонтактоскопъ 93, 95.
Фосфорная кислота 6, 262, 264, 280.
Фосфорнокислый аммоній 178.
Фосфорнокислый натръ 160.
Фосфорнокислый цинкъ-аммоній 178.
- Хамелеонъ = марганцевокалиевая соль.
Химическій способъ 3, 97.
Хлориды 6, 180, 260.
Хлористоводородная кислота 180.
Хлористый аммоній 133, 149.
Хлористый барій 183, 206.
Хлористый кальцій 206.
Хлористый кобальтъ 85, 133.
Хлористый марганецъ 173, 189, 196.
Хлористый натръ 175, 180, 182.
Хлорноватая соли 111.
Хлорное желѣзо 84, 242.
Хлорный марганецъ 189.
Хлороплатинатъ 85, 133, 174, 175.

Хлоропоглощаемость 107.

Хлоръ 54, 180.

 свободный 200, 201.

Холерный комитетъ 21.

Холерный вибрионъ 21, 314, 320.

Холероподобные вибрионы 21, 314.

Храпъ 279.

Хромокалиевая соль 182.

Хромокислое серебро 181.

Хромъ 218, 266.

Цвѣтъ 84, 241.

Цилиндръ 48.

 Геннера 84, 85, 113.

Цинковая пыль 141.

Цинкъ 177, 178.

Ціанистыя соединенія 267.

Шаблонъ 84, 85, 123, 133.

Шкала 133.

Шкала Фореля 86.

Шкафъ-стерилизаторъ 291.

Шрифтъ Снеллена 87, 230, 241, 396.

Штативъ 39.

Щавелевая кислота 65, 68, 102, 128,
166, 209.

Щавелевокислый калий 196.

Щавелевокислый натръ 102, 104.

Щелочная смѣсь Пфейфера 157.

Щелочно-земельныя основанія 6, 141,
202.

Щелочность 99.

Электропроводность 3, 83.

Эквивалентъ 46.

Эксикаторъ 43.

Ѣдкій баритъ 55, 204, 206, 209.

Ѣдкій натръ 54, 56, 57, 58, 64, 112,
130, 136.