

*М. М. Гостев*

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ  
РАБОТА УЧАЩИХСЯ  
В ХИМИЧЕСКОМ КРУЖКЕ**



*Учпедгиз - 1959*

*М. М. Гостев*

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ  
РАБОТА УЧАЩИХСЯ  
В ХИМИЧЕСКОМ КРУЖКЕ

*(Пособие для учащихся)*

---

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧЕБНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МИНИСТЕРСТВА ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР

Москва — 1959

## Юные химики!

В школе, на уроках, вы изучаете химию, знакомитесь с законами и теориями этой науки, проводите различные опыты. Вас интересует химия и вы хотите больше знать о ней. Для этого пужно больше читать научную и научно-популярную литературу по химии, больше проводить химических опытов.

Химия наука экспериментально-теоретическая, поэтому нужно не только знать законы химии, но и уметь управлять химическими процессами. Плохой тот химик, который знает теорию, а на практике не умеет ее применить.

Эта книга является пособием для вашей экспериментальной работы в химическом кружке.

Содержание книги позволяет удовлетворить различные ваши интересы в области химии.

Работая вы приобретаете ряд новых практических знаний и навыков, которые помогут вам глубже разобраться в вопросах химии и химической технологии и дадут возможность сознательно применить в жизни свои знания.

В этой книге мы не останавливаемся на элементарных приемах лабораторной техники, которые описываются в руководствах по химии для начинающих, например фильтровании, выпаривании, перегонке жидкости, обработке стекла и пробок и т. п. Если вы еще недостаточно хорошо знакомы с оборудованием и не владеете техникой химического эксперимента, то прочитайте об этом в учебнике по химии или в каком-либо другом руководстве и проведите несколько работ по фильтрованию, выпариванию и перегонке жидкости, научитесь обращаться с нагревательным прибором, научитесь гнуть, резать и вытягивать стеклянные трубки, сверлить пробки и вставлять трубки в пробки, а пробки в колбы и пробирки.

Каждый юный химик должен знать, что представляет собой колба, реторта, ступка с пестиком, холодильник, выпарительная чашка, пробочное сверло и т. п., для чего они предназначаются и как ими пользуются.

Занятия ваши должны проводиться самостоятельно и носить осмысленный характер, а не выполняться механически. Вы должны ясно себе представлять происходящие химические процессы.

В случае неясности или какого-либо затруднения обращайтесь за помощью к руководителю химического кружка.

Михаил Михайлович Гостев.

### **Экспериментальная работа учащихся в химическом кружке**

Редактор П. А. Глориозов

Художественный редактор А. В. Максаев

Обложка художника Б. А. Школьник

Тех. ред. Б. Н. Головки Корр. О. М. Суздалова

Сдано в набор 5/1 1959 г. Подписано к печати 15/VI 1959 г. 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>.

Печ. л. 12,25 (10,05). Уч.-изд. л. 9,84. Тираж 13 тыс. экз. А04398

Учпедгиз. Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Заказ № 32. Цена без переплета 2 руб. 65 коп. Переплет 80 коп.

Полиграфкомбинат Саратовского совнархоза, г. Саратов, ул. Чернышевского, 59.

---

## Глава I

### СИНТЕЗ НЕКОТОРЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

#### 1. ПОЛУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПИГМЕНТОВ

Из курса химии вам известны некоторые окислы, основания и соли. Среди соединений этих классов имеются красящие вещества, так называемые пигменты.

Пигменты можно получить в лаборатории, а потом приготовить из них краски.

Выполняя описанные ниже работы, вы ознакомитесь с некоторыми способами получения красящих пигментов и с приготовлением акварельных и масляных красок.

а) Желтая окись железа.

Желтая окись железа имеет состав  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .

Получение. В колбу емкостью 250 мл осторожно, чтобы не разбить, насыпьте стальных стружек не более одной четверти объема колбы; налейте в нее до половины объема 10-процентного раствора железного купороса; поставьте колбу на водяную баню и нагревайте до 60—70°, после чего через горячий раствор начинайте продувать воздух при помощи резиновой груши. Когда жидкость примет желтый цвет, продувание прекратите, оставьте ее стоять до тех пор, пока отстоится осадок, после чего слейте верхний слой жидкости, осадок промойте 2—3 раза водой и затем подсушите на водяной бане при температуре не выше 50°.

Вы получите желтую окись железа, состав которой можно представить так:  $\text{FeOON}$  или  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .

Высушенный пигмент сложите в баночку и закройте пробкой.

### б) Свинцовые белила.

Свинцовые белила представляют собой основную соль углекислого свинца,  $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ .

**Получение.** Отвесьте 10 г окиси свинца и 16 г уксуснокислого свинца, последний растворите в 200 мл воды, нагрейте до  $60\text{--}80^\circ$  и осторожно всыпьте в приготовленный раствор окиси свинца. Жидкость продолжайте нагревать на водяной бане, поддерживая температуру ее не выше  $80^\circ$ , все время перемешивая, до заметного растворения окиси свинца.

В колбе происходит реакция:



Полученной жидкости дайте отстояться до появления прозрачного раствора.

Отстоявшуюся прозрачную жидкость слейте в высокую стеклянную банку и через нее пропускайте из аппарата Киппа углекислый газ. В результате реакции образуется основная соль углекислого свинца (свинцовые белила), которая выпадает в осадок.

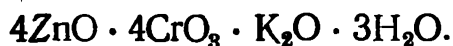
Раствор фильтруйте и через фильтрат пропускайте еще некоторое количество углекислого газа. Если осадка не получится, процесс образования свинцовых белил можно считать оконченным.

Полученные свинцовые белила просушите в сушильном шкафу при температуре  $50\text{--}60^\circ$ .

Свинцовые белила обладают лучшей укрывистостью<sup>1</sup> и прочностью, чем другие белые пигменты. Главным недостатком свинцовых белил является потемнение их в присутствии сероводорода.

### в) Цинковый крон.

Цинковый крон является основной солью хромовокислого цинка  $\text{ZnCrO}_4 \cdot 3\text{Zn}(\text{OH})_2$ . Состав этой соли можно представить соединением окислов  $4\text{ZnO} \cdot \text{CrO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . Встречаются и более сложные соединения, например:



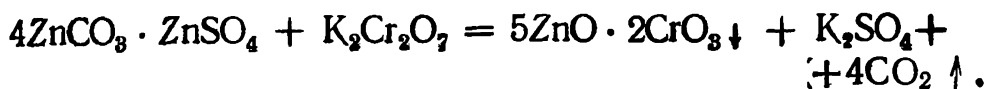
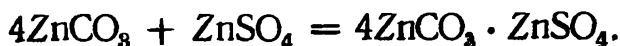
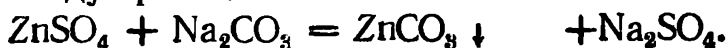
Эти соединения отличаются друг от друга оттенками.

Вы получите светло-желтый крон.

---

<sup>1</sup> Укрывистостью называется способность краски покрывать поверхность (количество граммов на  $1 \text{ м}^2$ ).

**П о л у ч е н и е .** Отвесьте 10 г безводного сернокислого цинка или 18 г цинкового купороса ( $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ), 5—6 г двуххромовокислого калия и 4 г углекислого натрия, растворите их по отдельности в стаканах с горячей водой (40—50°), быстро слейте все три раствора вместе и размешайте. Произойдут реакции:



Образуется осадок (цинковый крон) лимонно-желтого цвета, отфильтруйте его и промойте на фильтре 3—4 раза, а затем высушите в сушильном шкафу при 60—80° или оставьте сохнуть на воздухе.

г) Берлинская лазурь.

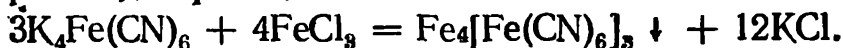
Берлинская лазурь является солью сложного состава  $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ ; она содержит двухвалентное и трехвалентное железо и кислотный остаток синильной кислоты. Цвет берлинской лазури колеблется от голубого до темно-синего. Стойкость берлинской лазури по отношению к свету довольно большая, но при смешении с цинковыми белилами и под влиянием солнечных лучей, действующих в течение длительного периода, выгорает.

В живописи берлинская лазурь из синих красок считается наилучшей.

Берлинская лазурь существует двух видов — растворимая и нерастворимая. Для приготовления акварельных и масляных красок используется нерастворимая берлинская лазурь.

**П о л у ч е н и е .** Отвесьте 11 г железистосинеородистого калия (желтая кровяная соль), растворите в 50 мл горячей воды (60°). Отдельно растворите 6 г хлорного железа в 25 мл воды при температуре 50°. Оба раствора слейте в фарфоровую чашку и в течение 5—10 минут размешивайте стеклянной палочкой, затем дайте раствору отстояться.

Происходит реакция:



Когда синий осадок осядет на дно чашки, осторожно слейте верхний слой жидкости, оставшуюся массу нагревайте на водяной бане до тех пор, пока она не станет вязкой; после этого перенесите чашку с осадком в сушильный

шкаф с температурой 100—105° и оставьте в нем до тех пор, пока пигмент окончательно высохнет.

Высушенную берлинскую лазурь разотрите в порошок и ссыпьте в стеклянную баночку с пробкой.

д) С в и н ц о в а я з е л е н ь является смесью двух пигментов: желтого крона и берлинской лазури. Она имеет различные оттенки. Это зависит от количества взятого крона и его цвета. Более светлые тона крона дают светлую зелень, темные тона — темную зелень. Смешивание пигментов можно производить или в сухом виде, или в растворах. В смесь добавляют наполнитель. Наиболее стойким наполнителем по отношению к химическим и атмосферным воздействиям является сернокислый барий ( $\text{BaSO}_4$ ).

Можно изготовить три тона зелени: светлый, полутемный и темный. Приведем примеры составления краски различных тонов. Для приготовления светлого тона возьмите 46% желтого крона, 4% берлинской лазури и 50% сернокислого бария. Для среднего тона — 42% желтого крона, 8% берлинской лазури и 50% сернокислого бария. Для темного тона — 37,5% желтого крона, 12,5% берлинской лазури и 50% сернокислого бария.

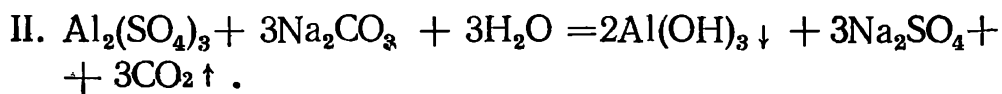
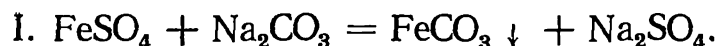
е) К о р и ч н е в ы й м а р с .

Прекрасная краска, применяется исключительно для художественной живописи. Она является смесью двух окислов:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{FeO}$ .

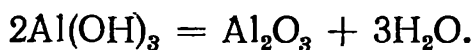
П о л у ч е н и е . Возьмите 10 г железного купороса и 5 г алюминиевых квасцов, растворите в 60 мл воды, затем приготовьте 25 мл 20-процентного раствора углекислого натрия и последний медленно подливайте в первый раствор при температуре 35—40°, все время помешивая.

По окончании вливания раствора углекислого натрия помешивание продолжайте в течение 10—15 минут. Полученную массу сначала нагрейте до температуры 40—50°, а когда она высохнет, прокалите при температуре 400°. Для полной очистки от присутствия солей, главным образом сернокислого натрия, прокаленную массу промойте, профильтруйте и осадок высушите при 40—50° в сушильном шкафу.

Химический процесс протекает в две стадии:



При тщательном промывании сернокислый натрий удаляется. Остаются углекислое железо и гидрат окиси алюминия, которые при прокаливании до  $400^{\circ}$  переходят в окислы.

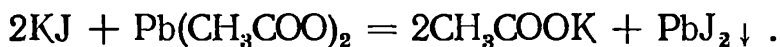


Таким образом, коричневый марс состоит из закиси железа и окиси алюминия.

ж) Я р к а я ж е л т а я .

Еще одну соль — йодистый свинец можете получить синтетическим путем.

П о л у ч е н и е . Растворите в одном стакане в 30 мл воды 10 г йодистого калия, в другом — в таком же объеме воды — 10 г уксуснокислого свинца. Оба раствора слейте вместе и размешайте. Выпадут ярко-желтые кристаллы йодистого свинца.



Дайте раствору отстояться, промойте осадок 2—3 раза холодной водой и затем высушите в сушильном шкафу при температуре  $50\text{—}60^{\circ}$ .

## 2. ПРИГОТОВЛЕНИЕ АКВАРЕЛЬНЫХ И МАСЛЯНЫХ КРАСОК

Из пигментов можете приготовить акварельные<sup>1</sup> и масляные краски.

Акварельные краски состоят из пигментов и связующих веществ, которые способствуют равномерному распределению краски на бумаге. Акварельные краски смываются водой, поэтому связующие вещества должны быть легко растворимы в воде.

В состав связующих веществ входят: а) клеящие вещества (гуммиарабик, декстрин, лиственничный клей, вишневый клей и др.),

б) вещества, способствующие лучшему наложению акварельных красок на бумагу и долгому хранению (мед, патока, сахар, глицерин и альбумин). В качестве дезинфициру-

---

<sup>1</sup> Акварельные краски получили название от латинского слова «аква» — вода. Акварельные краски растворяются в воде,



ющего вещества в краску добавляется карболовая кислота (фенол).

Г у м м и а р а б и к — растительная смола в виде прозрачных комков светло-желтого цвета, хорошо растворяется в горячей воде (в отношениях 1 : 1). Клеющая способность у гуммиарабика хорошая.

Л и с т в е н н и ч н ы й к л е й готовится из древесины лиственницы.

Д е к с т р и н — порошок светло-желтого или белого цвета, приготовляемый из крахмала.

В и ш н е в ы й к л е й собирается с вишневых и сливовых деревьев, имеет коричневую окраску, слабо растворяется в воде (только в свежем виде). При действии кислот нейтрализуется и переходит в раствор, применяемый для приготовления акварельных красок.

А л ь б у м и н относится к белковым веществам, получается из очищенного от желтка и клетчатки яичного белка, высушенного при 50°.

П а т о к а получается из крахмала. Она создает на картине прочную пленку и предохраняет краску от быстрого высыхания.

Г л и ц е р и н употребляется для образования эластичной пленки, а также для длительного сохранения красок.

Краски могут быть трех видов: твердые (плитки), полутвердые (паста) и полужидкие (тюбики).

Существует много рецептов для приготовления акварельных красок, но мы остановимся только на тех, которые доступны для изготовления в школе или дома.

Качество красок во многом зависит от пигментов. Некоторые пигменты подвергаются обесцвечиванию от солнечных лучей, поэтому картина, нарисованная такими красками, выцветает. Картина, нарисованная берлинской лазурью, от действия солнечных лучей бледнеет, но, будучи внесена в темное помещение на некоторое время, приобретает свой прежний вид.

Очень хорошим материалом являются природные минеральные охры различных цветов, цинковые кроны и белила, коричневый, красный и другие марсы.

Сначала приготовьте твердые акварельные краски.

Предварительно растворите декстрин в воде, для этого в фарфоровую чашку налейте 6 мл воды и насыпьте 7 г декстрина, тщательно смешайте и нагрейте на слабом огне

до полного растворения. Следите, чтобы не подгорел декстрин. Если у вас декстрин комковатый, то его предварительно разотрите в порошок в ступке. К полученной массе добавьте 6 г крахмальной патоки или меда и 5 капель 5-процентного раствора карболовой кислоты. Всю массу растирайте в ступке до тех пор, пока она станет однородной и без крупинок. Особенно обращайтесь внимание, чтобы в краску не попали примеси.

В связующее вещество прибавьте пигмент того цвета, краску которого вы хотите получить. На 1 часть связующего вещества берите 2 части пигмента. Снова хорошо разотрите массу в ступке до сметанообразного состояния, после чего переложите в фарфоровую чашку и нагревайте до 35—40°. Через некоторое время краска начнет густеть; когда она примет состояние густого теста, выложите ее шпателем на гладкое стекло и сформируйте в виде отдельных четырехугольных плиток. В таком состоянии оставьте плитки на несколько дней.

Быстрее твердеют плитки, если в составе связующего вещества гуммиарабик или вишневый клей.

При наличии гуммиарабика или вишневого клея можете использовать следующий рецепт: 4 весовые части 50-процентного раствора гуммиарабика, 8 весовых частей 50-процентного раствора декстрина, 2,1 весовой части патоки или меда и 5 капель 5-процентного раствора карболовой кислоты. (Вместо гуммиарабика можно использовать вишневый или лиственничный клей.)

Полусухие краски также состоят из пигментов и связующих веществ.

Для приготовления этого вида красок поступайте следующим образом: возьмите 7 мл 50-процентного раствора гуммиарабика, 7 мл безводного глицерина, 2 г патоки или меда и 5 капель 5-процентного раствора карболовой кислоты.

Процесс приготовления полусухих акварельных красок начинается с растворения связующих веществ и их смешивания, затем продолжительного растирания в ступке, как это было описано при приготовлении твердых красок.

Когда связующее вещество готово, смешайте с ним красящий пигмент. Для синего кобальта, коричневого, оранжевого и красного марса, желтого кадмия, английской красной окиси хрома берите на одну часть пигмента одну

часть связующего вещества. Для зелени, желтого марса, свинцового и цинкового крона, берлинской лазури и охры возьмите 78—80% связующего вещества и остальное — красящий пигмент.

Готовую массу слегка подсушите при температуре 40—50° до желаемой густоты.

Процесс приготовления полужидких красок тот же, что и твердых, но готовую массу краски не нужно сушить.

Полученные краски разлейте по маленьким скляночкам.

Кроме акварельных красок, вы можете приготовить масляные краски.

Масляные краски готовятся довольно просто — для этого только нужно иметь хорошо очищенное, светлое льняное масло, идущее для художественных работ. Масло это можно приобрести в магазине, торгующем художественными акварельными и масляными красками или в магазине химических товаров.

Для приготовления масляных красок поступайте следующим образом: насыпьте красящий пигмент, например желтый крон, в небольшую ступку и хорошо разотрите пестиком, затем тонкой струей или каплями добавляйте масло, продолжая растирать массу. Следите за тем, чтобы не было комков и крупинок и слишком много масла. Растирать нужно до тех пор, пока краска не примет вид сметаны средней густоты, после чего шпателем уложите краску в баночку.

Масляные краски могут храниться в хорошо закрытых сосудах довольно продолжительное время<sup>1</sup>.

Если краски сильно загустеют, то их перед употреблением растирают с маслом.

---

<sup>1</sup> Для долгого хранения масляной краски в банку поверх краски наливают воду и банку плотно закрывают крышкой.



---

## *Глава II*

### **ДЕЙСТВУЮЩИЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ**

При изучении химических производств прежде всего необходимо ознакомиться с теми химическими реакциями и физическими процессами, которые происходят на химическом заводе при получении того или иного продукта. Наиболее наглядным способом ознакомления с производственным процессом является осуществление его в лабораторном приборе.

Самостоятельное изготовление действующей лабораторной установки, а потом приведение ее в действие позволит вам получить представление о технологическом процессе изучаемого производства.

Далее приводятся указания об изготовлении действующих установок для получения соляной, серной и азотной кислот, аммиака и соды.

#### **1. ПОЛУЧЕНИЕ СОЛЯНОЙ КИСЛОТЫ СУЛЬФАТНЫМ МЕТОДОМ**

Для размещения конструктивных деталей потребуется специальная деревянная подставка высотой 10 см, длиной до 70 см и шириной 15—18 см. Ширина подставки должна быть несколько больше диаметра кристаллизатора. Эту подставку вы можете изготовить в школьных мастерских. На подставку установите четыре кристаллизатора на расстоянии 10—15 мм друг от друга (рис. 1). В кристаллизаторы поместите четыре склянки без дна. В горло каждой склянки вставьте корковую или резиновую пробку с

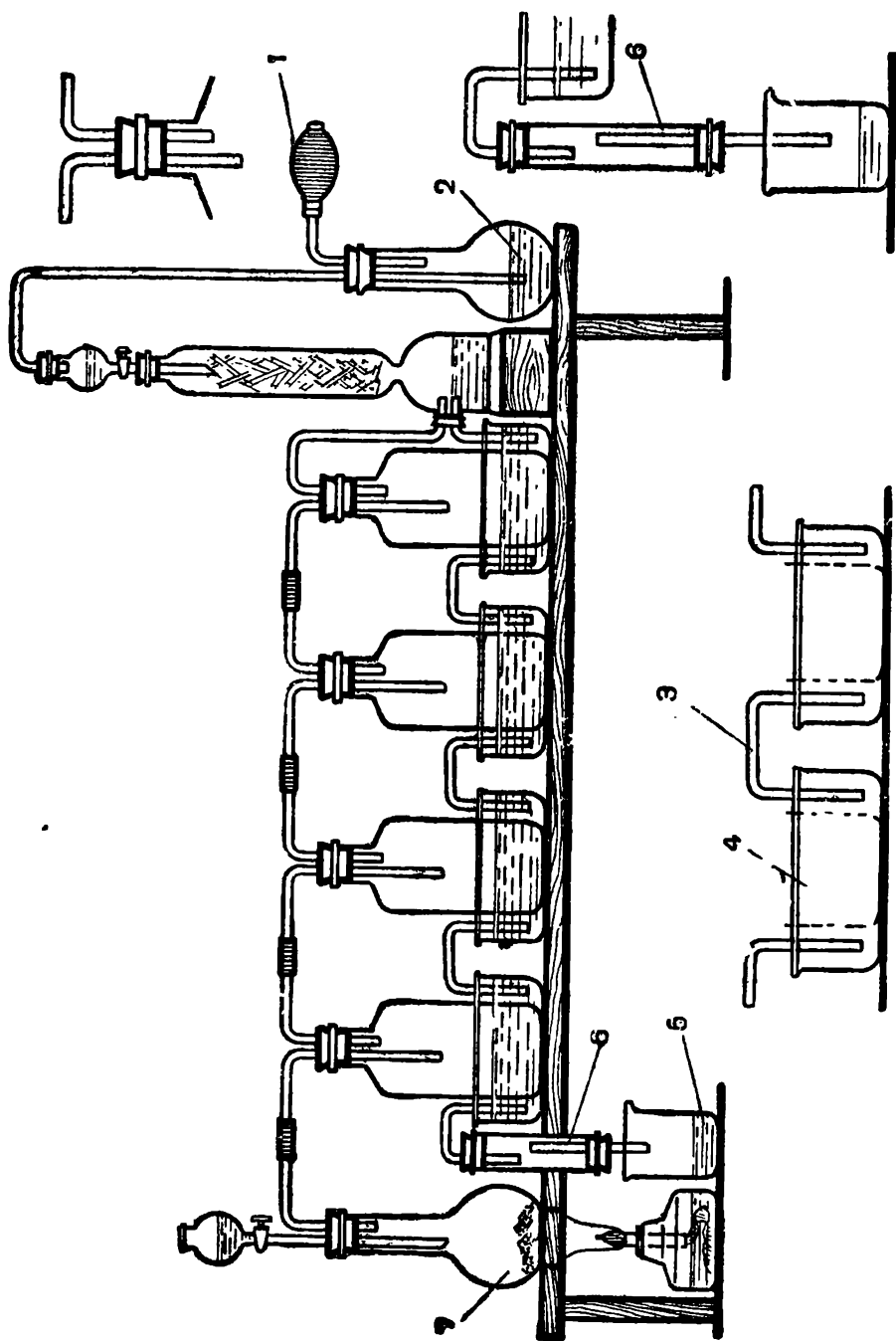


Рис. 1. Действующая лабораторная установка для получения соляной кислоты сульфатным методом:

- 1 — резиновый баллон; 2 — колба с водой; 3 — сифон; 4 — кристаллизатор; 5 — сборник кислоты;
- 6 — автоматически действующий сифон для спуска соляной кислоты; 7 — колба с поваренной солью и серной кислотой.

двумя отверстиями. У самого края подставки с левой ее стороны прорежьте круглое отверстие диаметром 60—70 см, через которое пламенем спиртовки будет обогреваться колба. На отверстие подставки поместите асбестированную сетку, на которую установите колбу емкостью 500 мл, горло последней закройте пробкой с двумя отверстиями. В одно из них вставьте капельную воронку, а в другое — стеклянную трубку в виде буквы Г, причем короткий ее конец вставьте в отверстие пробки колбы, а длинный — в отверстие пробки первой склянки без дна. В другое отверстие пробки первой склянки вставьте короткий конец Г-образной трубки, а длинный конец в горло второй склянки и т.д.

Длинные концы Г-образных трубок не должны доходить до дна склянки на 40—50 мм. Вторую склянку соедините также с третьей, а третью с четвертой. Наконец, четвертую склянку при помощи стеклянной трубки соедините с нижним тубусом колонки. В верхнее отверстие колонки на пробке вставьте капельную воронку для подачи воды, а внутрь колонки насыпьте кокс или отрезки стеклянных трубок.

Кристаллизаторы соедините при помощи сифонных трубок, чтобы жидкость могла перетекать из одного кристаллизатора в другой. Этим путем вы установите непрерывное движение жидкости в системе. Сифоны согните в виде буквы П из стеклянных трубок диаметром 6—8 мм, наполните их водой и вставьте в два соседних кристаллизатора (рис. 1, 3).

В колбу емкостью 250 мл вставьте две трубки в виде буквы Г, одну из них — длинную, а другую покороче. Прямой конец длинной трубки вставьте в колбу с водой до дна, а загнутый конец опустите в капельную воронку колонки. Другую трубку вставьте так, чтобы один конец входил в пробку, но до жидкости не доставал, а другой свободный конец соедините с трубкой резинового баллона или нагнетательного насоса. Когда надавите на баллон рукой, воздух начинает давить на поверхность воды и последняя устремляется по трубке в воронку. Необходимо еще сделать сифон для автоматической подачи готовой продукции.

Возьмите стеклянную трубку диаметром 25 мм и длиной 80—100 мм, вставьте в оба ее конца по трубке с одним отверстием в каждой для стеклянных трубок. В верхнюю часть автоматически действующего сифона вставь-

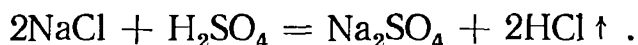
те один конец трубки, изогнутой в виде буквы П, свободный конец этой трубки опустите в первый кристаллизатор. По этому сифону соляная кислота будет поступать из кристаллизатора в трубку. В нижний конец сифона вставьте небольшой прямой отрезок стеклянной трубки (рис. 1, б), по которой соляная кислота будет поступать в сборник.

Благодаря такому устройству сифона жидкость может поступать в сборник только в том случае, если ее уровень будет ниже уровня жидкости в кристаллизаторе. Для повышения уровня жидкости в сифоне необходимо трубку поднять, а для понижения опустить.

После того как у вас все будет смонтировано, приступайте к проведению опыта.

В колбу емкостью 500 мл насыпьте 100 г поваренной соли и налейте в капельную воронку 50 мл концентрированной серной кислоты. Плотнo закройте все пробки, налейте воду в капельную воронку колбы, помещенной в конце установки, и в кристаллизаторы до 2/3 их объема. Сифоны заполните водой и опрокиньте их в кристаллизаторы. Под автоматический сифон подставьте стаканчик для сбора соляной кислоты. В колбу впустите из капельной воронки серную кислоту.

Через некоторое время начнется процесс образования хлористого водорода:



Хлористый водород постепенно начнет переходить из склянки в склянку, где будет поглощаться водой, образуя соляную кислоту.

Через 5—7 минут подставьте под реакционную колбу горелку и не особенно сильно нагревайте смесь. Процесс образования усилится.

По прошествии некоторого времени возьмите пробу из каждого кристаллизатора и подействуйте на нее лакмусом и раствором азотнокислого серебра. Какие вы наблюдаете изменения?

По мере подачи воды в последний кристаллизатор из первого кристаллизатора по сифону будет поступать в сборник соляная кислота.

После того как в колбе будет закончен процесс образования хлористого водорода, определите удельный вес полученной соляной кислоты с помощью ареометра или

пикнометра. Запишите результаты измерения удельного веса соляной кислоты, полученной в сборнике и кристаллизаторах, слейте ее в отдельные склянки, приклейте этикетки с обозначением процентного содержания  $\text{HCl}$  в растворе.

Полученная вами кислота может быть использована при лабораторных работах.

## 2. ПОЛУЧЕНИЕ СОЛЯНОЙ КИСЛОТЫ СИНТЕТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Сначала сделайте горелку для сжигания водорода в атмосфере хлора. Возьмите стеклянный тройник диаметром 8 мм, вставьте в него трубочку диаметром 3 мм с оттянутым концом (рис. 2,6).

Чтобы трубочка прочно держалась в тройнике, закрепите ее при помощи пробочки. Конец трубочки горелки не должен доходить до наружного отверстия тройника приблизительно на 1 мм.

Когда горелка будет готова, приступайте к монтажу самой установки.

На штативе установите колбу Вюрца на 200 мл, в пробку которой вставьте (рис. 2,3) капельную воронку. В колбе вы будете получать хлор при взаимодействии двуокиси марганца с соляной кислотой. Отросток колбы Вюрца соедините резиновой трубкой с боковым отростком тройника горелки. Вставленную в тройник стеклянную трубку соедините с аппаратом Киппа. Горелку вставьте в цилиндр без дна или ламповое стекло, а последнее закрепите на штативе.

Верхнее отверстие цилиндра или лампового стекла закройте пробкой с отверстием для газоотводной трубки, последнюю соедините с нижним тубусом от муфты холодильника, заполненного битым стеклом (рис. 2, 4). В верхнюю часть муфты холодильника вставьте капельную воронку. Верхний тубус муфты холодильника соедините резиновой трубкой с водоструйным насосом или аспиратором. На пути между холодильником и водоструйным насосом поставьте банку с раствором едкой щелочи. Под нижнее отверстие муфты холодильника подставьте колбу или стаканчик для сбора соляной кислоты.



Собранная установка должна соответствовать рисунку 2.

Собрав установку, приведите в действие прибор для получения водорода и пропустите его в горелку, затем соберите в пробирку и испытайте чистоту.

Если водород горит спокойно, горелку введите в цилиндр и откройте кран у капельной воронки прибора, где получается хлор. Хлор впускайте в горелку постепенно

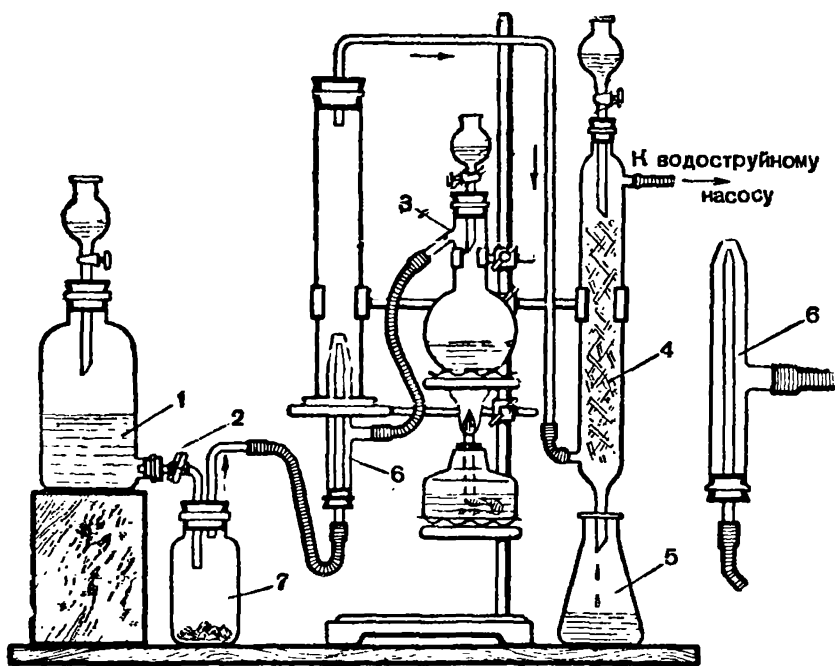


Рис. 2. Действующая лабораторная установка для получения соляной кислоты синтетическим методом:

1 — склянка с серной кислотой; 2 — винтовой зажим; 3 — колба Вюрца, в которой получается хлор; 4 — муфта от холодильника; 5 — сборник; 6 — горелка для сжигания водорода в атмосфере хлора; 7 — банка с цинком для получения водорода.

и наблюдайте за горением водорода. Пламя водорода, горящего в атмосфере хлора, окрашивается в бледно-зеленый цвет. Внимательно следите все время за горением и регулируйте приток водорода и хлора.

Когда газ начнет наполнять цилиндр, откройте кран капельной воронки у муфты холодильника и спускайте по каплям воду, которая, стекая в цилиндр, поглощает хлористый водород, образуя соляную кислоту. Если хлористый водород будет выделяться интенсивно, усильте ток

воды из воронки. Когда начнет поступать газ в муфту, пускайте в действие водоструйный насос.

В зависимости от продолжительности действия установки получается соответствующее количество соляной кислоты.

Испытайте полученную кислоту раствором азотнокислого серебра и при помощи ареометра установите ее удельный вес, а зная удельный вес, по таблице найдите процентное содержание хлористого водорода в соляной кислоте.

Эту установку, как и предыдущую, можно будет использовать в классе для демонстрации опыта на уроке химии при изучении соляной кислоты.

### 3. ПОЛУЧЕНИЕ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ КОНТАКТНЫМ МЕТОДОМ

Соберите прибор, изображенный на рисунке 3. В тигель положите кусочки серного колчедана и кусочки серы, поместите его на электроплитку, накройте стеклянной банкой без дна. Трехгорную склянку оставьте пустой, а обе колонки заполните хорошо вымытым коксом или битым стеклом. В капельные воронки налейте концентрированную серную кислоту. В сосуды с U-образными трубками поместите лед или охлаждающую смесь. Вторую U-образную трубку соедините с водоструйным насосом. В широкую трубку неплотным слоем уложите катализатор, смешав его предварительно с асбестовым волокном.

Лучшим катализатором считается платинированный асбест, но его трудно достать, а самому приготовить возможно только при наличии хлорной платины, хотя бы в количестве 1 г. Другим хорошим катализатором является пятиокись ванадия. При отсутствии того и другого катализатора приготовьте его из железного купороса, прокалив последний до  $750^{\circ}$ . К полученной окиси железа прибавьте до 2% от веса катализатора окиси висмута или окиси тория.

В крайнем случае можно обойтись без последних добавок, но эффект получается недостаточно удовлетворительный.

При наличии платинированного асбеста или пятиокиси ванадия возможно получить твердый серный ангидрид в виде шелковистых волокон.

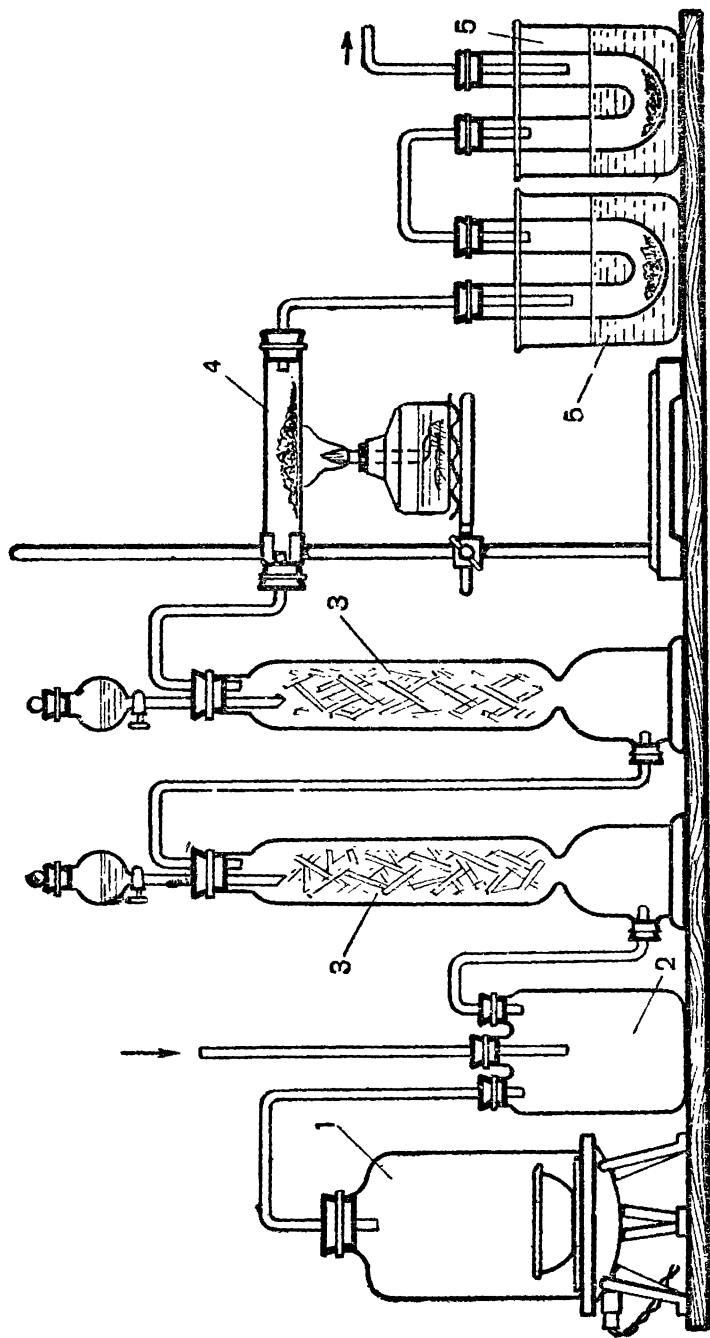


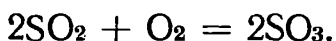
Рис. 3. Действующая лабораторная установка для получения серной кислоты контактным методом:

1 — печь для сжигания колчедана; 2 — смеситель сернистого газа с кислородом; 3 — осушительные колонки; 4 — трубка с катализатором; 5 — ванна с холодной водой или снегом.

Смонтировав установку на деревянной подставке, приступите к проведению опыта.

Включив в сеть электроплитку, зажгите в тигле серу и одновременно пропускайте кислород из газометра в трехгорлую склянку. Откройте краны у капельных воронок с серной кислотой и смочите ею насадку.

Сернистый газ, идущий из консервной банки, смешивается с кислородом и поступает в колонки для очистки и просушки и далее в контактную трубку, где встречается с катализатором. Происходит реакция окисления сернистого газа в серный ангидрид.



Реакция протекает при подогревании катализатора.

Серный ангидрид из контактной трубки поступает в U-образную трубку, где сгущается и охлаждается, превращаясь в шелковистые волокна, располагаясь по стенкам трубки. Образование твердого серного ангидрида, как указано было выше, возможно при использовании в качестве катализатора платинированного асбеста и пятиокиси ванадия. При других катализаторах получается газообразный серный ангидрид, который, пройдя через воду, образует серную кислоту слабой концентрации.

Для сохранения твердого серного ангидрида соберите его в узкогорлую колбу и последнюю запаяйте, оттянув горло на сильном огне паяльной лампы.

При опытах с серным ангидридом будьте осторожны, так как он вызывает сильные ожоги кожи и прожигает ткань.

#### 4. ПОЛУЧЕНИЕ АММИАКА СИНТЕТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Долгое время в промышленности не удавалось получить аммиак непосредственно из элементов водорода и азота. Только после применения высокого давления и активных катализаторов он был получен в начале XX столетия.

В школьной лаборатории из-за отсутствия соответствующей аппаратуры достичь высокого давления не представляется возможным, поэтому попытайтесь получить аммиак синтетическим путем при атмосферном давлении с применением активного катализатора.

Сначала внимательно рассмотрите рисунок 4 и расположите на столе предметы вашей будущей установки, измерьте расстояния между ними и на основании этих измерений изготовьте в мастерских деревянную подставку, на которой закрепите колбу и банки. Подставка должна быть чисто сделана и отполирована или покрыта лаком.

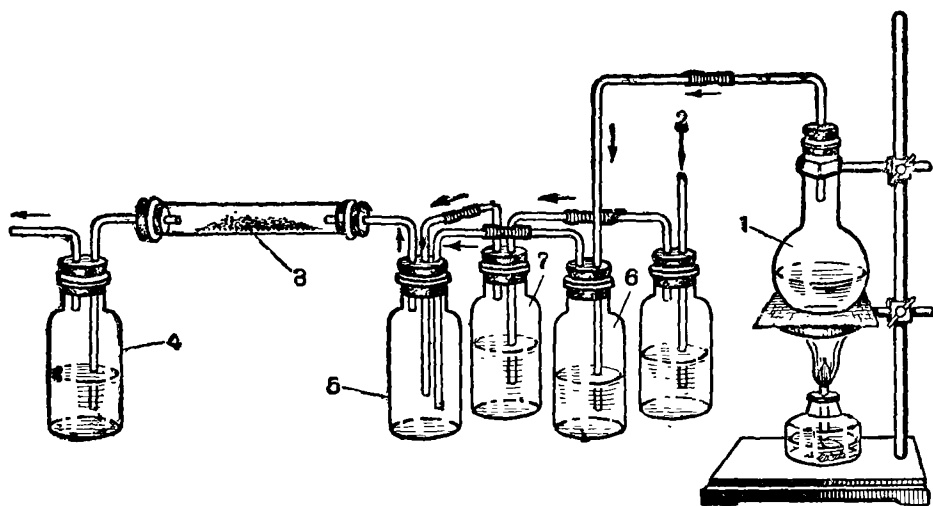


Рис. 4. Действующая лабораторная установка для получения аммиака синтетическим методом:

1— колба для получения азота; 2— банка с раствором  $KMnO_4$  для промывания водорода; 3— трубка с катализатором; 4— сборник аммиака; 5— смеситель газов (водорода и азота); 6 и 7 — банки с концентрированной серной кислотой.

Подберите пробки для широкогорлых банок и просверлите в них по два отверстия для стеклянных трубок диаметром 4—5 мм. В пробки вставьте по две стеклянные трубки, изогнутые в виде буквы Г. Трубки различных банок соедините резиновыми перемычками.

Две из этих банок (6 и 7) наполните до половины серной кислотой уд. веса 1,84, в одну банку (2) налейте 5-процентный раствор марганцевокислого калия, одна банка (5) остается свободной. В банку 4 налейте дистиллированную или кипяченую воду с несколькими каплями 1-процентного спиртового раствора фенолфталеина.

Закончив монтаж установки, приступайте к приготовлению катализатора. В качестве катализатора используйте металлическое железо, восстановленное водородом, с небольшой примесью окиси магния (0,2—0,3 г). Сначала

вы прокалите при температуре  $700^{\circ}$  железный купорос и получите красную окись железа, а затем из нее восстановите водородом чистое железо. (Следует помнить, что после получения в трубке чистого железа, его охлаждают до комнатной температуры в токе водорода, иначе железо снова частично перейдет в окись железа.)

К полученной окиси железа добавьте 0,2 г окиси магния или  $2\%$  от общего веса катализатора окиси висмута или окиси кобальта.

Катализатор смешайте с асбестовым волокном, которое предварительно хорошо промойте и прокалите. Катализатор должен быть равномерно распределен на асбесте. Контактную массу неплотным слоем поместите посредине контактной трубки (3).

Газоотводную трубку от аппарата Киппа соедините с длинной трубкой банки 2, наполненной раствором марганцевокислого калия. Короткую трубку банки соедините с длинной трубкой банки 7, наполненной концентрированной серной кислотой. Короткую трубку банки 7 соедините с трубкой банки 5 (смесителем).

Трубку от колбы, где получается азот, соедините с длинной трубкой банки 6 с концентрированной серной кислотой. Короткую трубку банки 6 присоедините к трубке банки 5 (смесителю).

Один конец контактной трубки, в которой находится катализатор, присоедините к смесителю, другой к банке 4, в которой находится раствор фенолфталеина.

Собрав установку и проверив ее герметичность, приступайте к проведению опыта. Сначала нагрейте смесь равных объемов насыщенных растворов азотистокислого натрия и хлористого аммония, из аппарата Киппа медленно пропускайте водород. Необходимо установить ток азота и водорода в отношении 1 : 3. Достигнуть этого можно регулировкой прибора. (Подсчитывайте пузырьки пробулькивающего через серную кислоту азота и пузырьки водорода.) Установите ток водорода в три раза быстрее. Отрегулируйте нагревание азотистокислого натрия, чтобы азот выделялся не так быстро.

Подобная регулировка подачи тока водорода и азота не представляет больших затруднений.

Когда установится правильная подача газа, начинайте подогреть катализатор, сначала на слабом огне, а затем доведите температуру до  $400\text{--}500^{\circ}$ .

Выходящий из контактной трубки газ проходит через раствор фенолфталеина и, если процесс идет нормально, происходит окрашивание раствора в малиновый цвет. Это показывает, что в процессе реакции образуется аммиак, который обладает щелочными свойствами.

Если катализатор действует хорошо, то аммиак получается в таком количестве, что его можно обнаружить по запаху.

На этом процесс получения аммиака синтетическим путем заканчивается.

Удача опыта зависит во многом как от подбора катализатора, так и от правильного конструирования установки. Все детали должны быть хорошо подогнаны. Газы, поступающие в смеситель и оттуда в контактную трубку, должны быть чистыми и просушенными.

По окончании опыта установку разберите, предварительно пронумеровав детали. Серную кислоту слейте в особую склянку. Катализатор поместите в сухую и чистую банку, которую плотно закройте пробкой. Резиновые трубки снимите и слегка смажьте глицерином или чистым вазелином. В коробку, куда будете укладывать детали, вложите рисунок установки и краткое описание.

## 5. ПОЛУЧЕНИЕ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ МЕТОДОМ ОКИСЛЕНИЯ АММИАКА

Существует несколько способов получения азотной кислоты, но наиболее эффективным является метод окисления аммиака.

Для конструирования установки потребуются: газометр на 5—10 л, три полых цилиндра без дна диаметром 40—45 мм и длиной 35—40 см, последние могут быть заменены ламповыми стеклами соответствующей величины или муфтами от холодильника, колба емкостью 250 мл, тугоплавкая трубка диаметром 20—25 мм и длиной 20 см, трубка стеклянная диаметром 20 мм и длиной 15—20 см, капельные воронки 3 штуки, деревянная подставка с вертикальными планками для укрепления трех колонок, двух колб и двух трубок, водоструйный насос или аспиратор, резиновый баллон (груша), три горелки, три трехгорлых склянки или широкогорлые колбы емкостью 100 мл,

стеклянные тройники 6—8 штук, стеклянные трубки, резиновые перемычки, корковые пробки, винтовые зажимы 10 штук. Реактивы и материалы: катализатор (платинированный асбест или окись железа), натронная известь, стеклянная или асбестовая вата, водный аммиак 20—25%.

Сначала изготовьте деревянную подставку, на которой будете монтировать установку согласно рисунку 5.

Диаметр газоотводных трубок желательно иметь не менее 8 мм, диаметр трубок, подающих жидкость на колонки, может быть от 3 до 5 мм. Соответственно с этими размерами подберите резиновые перемычки.

Все резиновые трубки должны плотно сидеть на стеклянных трубках и последние плотно входить в пробки. Колонки заполните кусками промытого кокса или битого стекла. После сборки установку проверьте на герметичность.

Процесс окисления аммиака проходит в присутствии катализатора. Лучшим катализатором является платинированный асбест, но не каждая школа его имеет, поэтому предлагаем вам использовать другие катализаторы, например окись железа ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) 97,8% и окись висмута ( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ) 2,2%. Процесс окисления значительно ускоряется добавлением к этому катализатору небольшого количества окиси церия (0,5%).

В случае отсутствия окиси висмута последнюю можно приготовить из чистого металла путем его сжигания или при прокаливании серноокислого или азотноокислого висмута. Окись висмута имеет желтоватый цвет.

Можно приготовить другой хороший катализатор следующего состава: окись железа 97%, окись хрома 2,5% и окись церия 0,5%. В крайнем случае можно обойтись без окиси церия.

Окись железа и окись хрома должны быть свежеприготовленными, в особенности окись хрома. Свежую окись хрома приготовьте из двуххромовокислого калия действием на него серной кислоты с подогреванием. Реакция пойдет согласно следующему уравнению:



В осадке будет окись хрома, а в растворе — серноокислый калий. Осадок отфильтруйте и просушите.



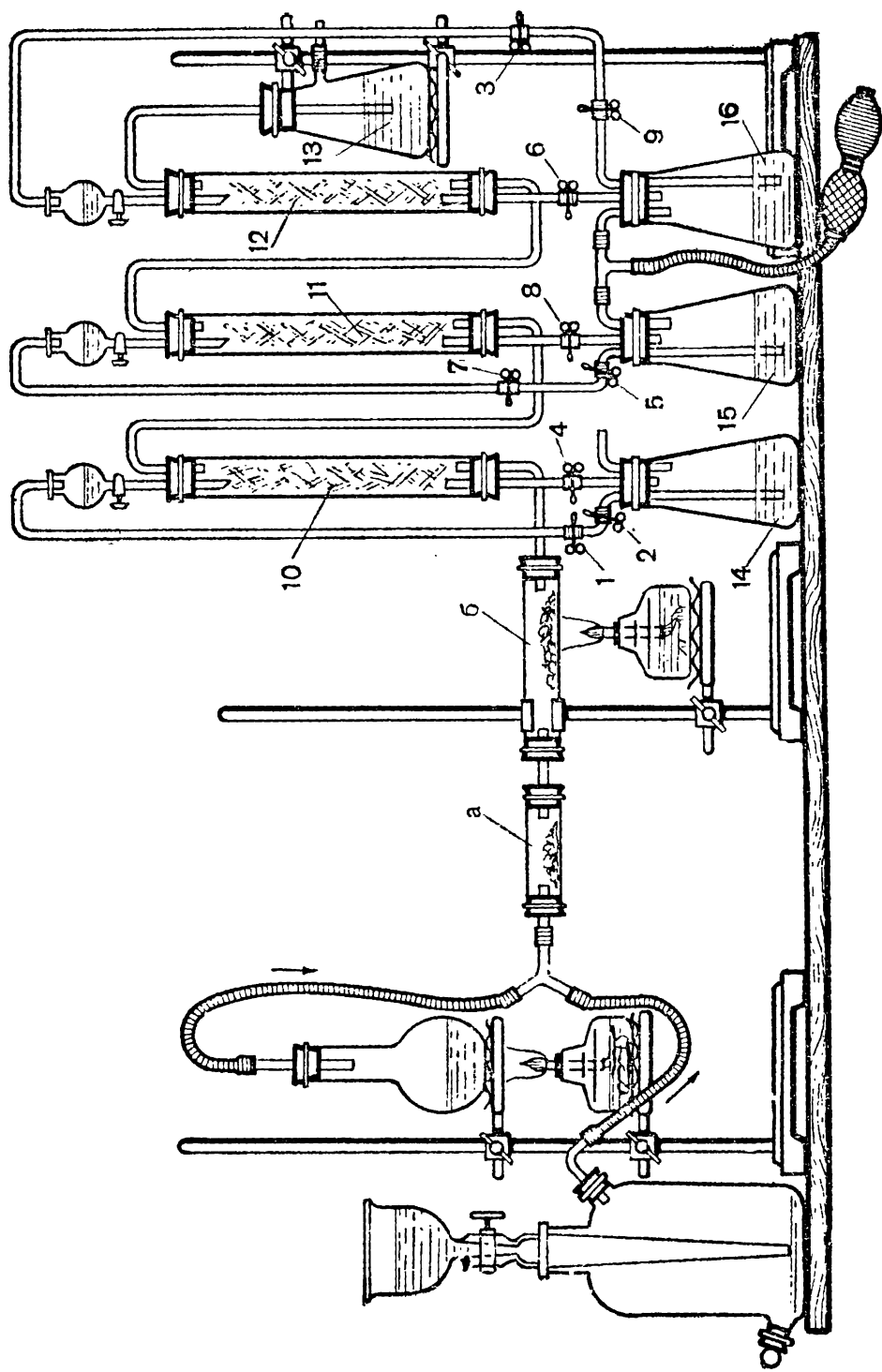


Рис. 5. Действующая лабораторная установка для получения азотной кислоты методом окисления аммиака.

*a* — трубка с натронной известью; *b* — контактный аппарат;  
 1—9 — зажимы; 10—12 — окислительно-поглощительные колонки; 13 — поглотитель окислов азота;  
 14—16 — сборники кислоты.

Можете использовать еще один катализатор, состоящий из окиси железа, окиси кобальта, окиси висмута и графита, каждое из последних трех веществ добавляется в количестве одного процента от веса катализатора.

Менее эффективным катализатором является окись железа без всяких примесей или чистое, восстановленное водородом металлическое железо.

Все порошковидные катализаторы помещайте на асбестовую вату, причем катализатор распределите равномерно.

Время соприкосновения газов с неплатиновыми катализаторами должно быть больше, чем с платиновыми.

Когда установка будет собрана и приготовлен катализатор, приступайте к проведению опыта.

В трубку *a* (рис. 5) насыпьте просушенную свежую натронную известь; в трубку *b* поместите катализатор. Обе трубки соедините между собой стеклянной трубкой. В передний конец трубки вставьте тройник, один конец которого соедините с трубкой, идущей от газометра с кислородом. В колбу налейте 25-процентного раствора аммиака, приблизительно до  $\frac{1}{3}$  ее объема и газоотводную трубку соедините со свободным концом тройника трубки *a*. В капельную воронку колонки *12* налейте воду, газоотводную трубку этой колонки соедините через поглотительную склянку (*13*) с известковым молоком с водоструйным насосом или аспиратором.

Сначала прогрейте катализатор на слабом огне, через некоторое время нагревание усильте. В прибор пропускайте в небольшом количестве кислород и одновременно нагревайте колбу с аммиаком. Открыв кран колонки *12*, спустайте воду по насадке, находящейся в колонке, в склянку (*16*), зажим *6* откройте. В воронку добавляйте воду до тех пор, пока жидкость соберется в склянке в количестве  $\frac{3}{4}$  ее объема, тогда зажим *6* закройте и жидкость из склянки *16* перекачайте в воронку колонки *12*, кран которой должен быть открыт наполовину. Зажим *9* закройте, а зажим *3* откройте. Когда вся жидкость будет перекачена, откройте зажим *7* и спустите жидкость в склянку *16*, закрыв зажимы *6* и *3*, и, открыв зажим *9*, перекачайте жидкость в подставленный стакан, а из последнего перелейте в воронку колонки *11* и спустите в склянку *15*. В воронку колонки *12* налейте чистую воду. Жидкость из склянок *15* и *16* перекачайте на колонки *11* и *12*, повто-

ря это 2—3 раза, а затем жидкость из склянок 15 и 16 перекачайте в отдельные стаканы, как было указано выше, открыв зажимы 8 и 9. Жидкость из склянки 16 вылейте в воронку колонки 11, жидкость из склянки 15 вылейте в воронку колонки 10. Из воронки жидкость медленно пропускайте в склянку 14, затем ее снова перекачайте в колонку 10 и так повторите три раза. Наконец, перекачайте жидкость из всех трех склянок на все три колонки, что проделайте 3—4 раза. В это время процесс окисления продолжается. Необходимо следить за регулярным поступлением аммиака и кислорода и нагреванием катализатора.

Когда будет завершена последняя перекачка на колонку 10, закройте зажимы 1 и 4 и откройте зажим 2, перекачайте жидкость из склянки 14 в сборник кислоты. Кислоту из склянки 15 перелейте в колонку 10, из склянки 16 в колонку 11. В воронку колонки 3 налейте воду. Процесс продолжается до тех пор, пока не будет использован весь аммиак.

Определите удельный вес кислоты колонки 10 при помощи ареометра или пикнометра, а затем по таблице (см. приложение) найдите процентное содержание азотной кислоты в растворе.

Кроме того, испытайте кислоту на реактив Лунге<sup>1</sup>.

Получив азотную кислоту, проделайте с ней некоторые опыты, характеризующие ее свойства: действие на лакмус, на металлы, щелочи.

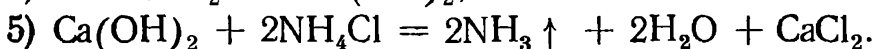
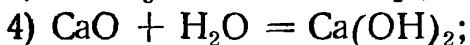
По окончании опыта установку разберите, трубки промойте и просушите, насадку колонок выньте и промойте, пробки просушите и снова парафинируйте, зажимы с резиновых трубок снимите и смажьте вазелином, резиновые трубки и перемычки промойте и просушите. Катализатор поместите в фарфоровый тигель и прокалите в течение 10 минут, а затем поместите в стеклянную банку и плотно закройте пробкой. Натронную известь просушите и уберите в герметически закрывающуюся банку. Все детали перенумеруйте, чтобы при сборке легко их можно было найти, и уложите в отдельную коробку для хранения.

---

<sup>1</sup> Реактив Лунге: в 20 мл серной кислоты (уд. вес 1,84) и 4 мл воды растворяют 0,1 г дифениламина.

## 6. ПОЛУЧЕНИЕ СОДЫ АММИАЧНЫМ СПОСОБОМ

Процесс получения соды разделяется на ряд операций: 1) очистка сырья (поваренной соли), 2) насыщение раствора поваренной соли (рассола) аммиаком, 3) насыщение соляноаммиачного раствора углекислым газом (карбонизация), 4) фильтрация, 5) разложение бикарбоната (кальцинация).



Как видно из уравнения, основным сырьем является известняк и поваренная соль.

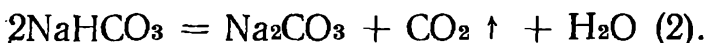
В начальной стадии производства сырьем так же является аммиак, который в дальнейшем поступает из системы в результате происходящего процесса:



Углекислый газ в основном получается из известняка, который обжигается на заводе в известково обжигательных печах:



и частично из системы при кальцинации соды:



Единственным отходом является хлористый кальций.

В школьной практике разработано несколько вариантов получения соды лабораторным методом. Мы предлагаем вам воспользоваться более упрощенной конструкцией.

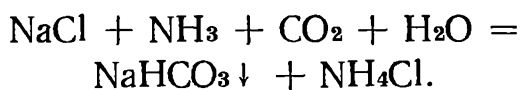
Соберите установку, как указано на рисунке 6. В цилиндр вставьте две корковые пробки с двумя отверстиями в каждой. В верхнюю пробку вставьте капельную воронку и газоотводную трубку. В нижнюю пробку вставьте две трубки: одну для поступления углекислого газа, другую для спуска жидкости. Если в школе нет тигля с ситчатым дном, то вместо трубки, по которой поступает углекислый газ, вставьте воронку с затянутым шелковым ситом отверстием.

Газоотводную трубку верхней части цилиндра соедините с двугорлой склянкой, наполненной наполовину насыщенным раствором поваренной соли. К отводящей трубке двугорлой склянки присоедините трубку от водоструйного насоса.

Заряженный для получения углекислого газа аппарат Киппа соедините с промывалкой, наполненной наполовину водой. Свободную газоотводную трубку промывалки соедините с трубкой цилиндра.

Когда все трубки будут соединены и на перемычки надеты зажимы, цилиндр заполните почти доверху смесью насыщенного раствора поваренной соли с раствором аммиака.

Собрав прибор, приступайте к опыту. Откройте кран аппарата Киппа и приведите в действие водоструйный насос или аспиратор. Углекислый газ, проходя через жидкость в цилиндре, насыщает ее и вступает в реакцию:



В цилиндре образуется бикарбонат натрия (в осадке) и хлористый аммоний (в растворе); непрореагировавший углекислый газ поступает в двугорлую склянку, где поглощается поваренной солью. В дальнейшем этот раствор служит для насыщения его аммиаком.

По мере накопления в цилиндре бикарбоната натрия через отводящую трубку жидкость выпустите, отфильтруйте, полученный осадок высушите.

Для получения карбоната натрия бикарбонат прокалите. Фильтрат снова можно пустить в работу, пополнив убыль аммиачносолевым раствором.

С полученной содой сделайте реакции, характеризующие ее химические свойства.

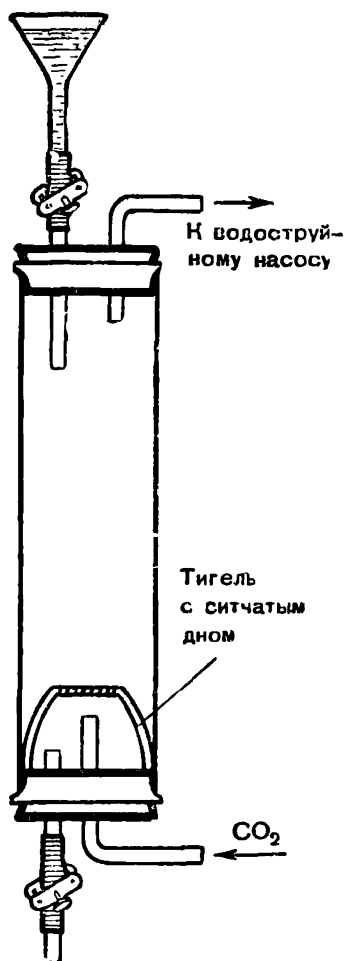


Рис. 6. Действующая лабораторная установка для получения соды.

---

## Глава III

### ЭЛЕМЕНТЫ АГРОХИМИИ И ПОЧВОВЕДЕНИЯ

Достигнуть хороших урожаев не так просто, как это кажется на первый взгляд. Нужно много и серьезно работать и учиться. Изучать следует не только жизнь растений, но и жизнь почвы, от плодородия которой зависит рост и развитие растений.

Изучая вопросы сельского хозяйства, необходимо прежде всего знать, какие химические элементы входят в состав культивируемых растений, в чем нуждаются растения и может ли данная почва удовлетворить их потребности.

На эти вопросы вам могут дать ответ только агрохимия и почвоведение.

В процессе изучения агрономической химии придется вести аналитические работы по исследованию воды, почвы, удобрений, пищевых продуктов, животных кормов и т. д.

Существует несколько методов анализа: весовой, объемный, колориметрический и др.

#### 1. ЧТО ТАКОЕ ОБЪЕМНЫЙ АНАЛИЗ

Объемный анализ отличается от весового тем, что количество испытуемого вещества определяется не по весу осадка, а на основании измерения объема реактива, израсходованного для взаимодействия со взятым для анализа веществом.

Для того чтобы производить объемный анализ, необходимо иметь понятие о нормальных растворах и уметь их готовить.

**Н о р м а л ь н ы е   р а с т в о р ы .**

Для того чтобы иметь понятие о нормальных растворах, необходимо иметь представление о грамм-эквивален-

те, так как нормальный раствор содержит один грамм-эквивалент растворенного вещества в одном литре раствора.

Ознакомимся с понятием грамм-эквивалент.

Вы имеете представление об атомных и молекулярных весах и валентности, например: металл натрий имеет атомный вес, равный 23, а валентность у этого элемента равна 1, у магния атомный вес 24, а валентность равна 2, у кислорода атомный вес 16, а валентность 2, и т. д.

Зная валентность и атомный вес, вы сможете найти эквивалент элемента.

Эквивалент — такое весовое количество элемента, которое соединяется с одной весовой частью водорода или ее замещает.

Чему же равен эквивалент каждого элемента?

Он равен частному от деления атомного веса на его валентность, например: эквивалент натрия, атомный вес которого равен 23, а валентность единице, равен  $23 : 1 = 23$ ; эквивалент кальция  $40 : 2 = 20$ ; эквивалент алюминия  $27 : 3 = 9$ ; эквивалент кислорода  $16 : 2 = 8$ ; эквивалент азота  $14 : 2 = 7$  и т. д.

При определении эквивалента солей, кислот и щелочей руководствуйтесь следующими правилами: эквивалент соли, щелочи и кислоты равен их молекулярному весу, деленному на общее число валентностей всех атомов металла или кислотных остатков, например, эквивалент хлористого натрия (NaCl) равен молекулярному весу (58,46), разделенному на валентность натрия или валентность хлора. Валентность натрия равняется единице, поэтому  $58,46 : 1 = 58,46$ . Эквивалент сернокислого натрия (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) равен  $142 : 2 = 71$ . Эквивалент сернокислой меди (CuSO<sub>4</sub>) равен  $160 : 2 = 80$ . Эквивалент медного купороса (CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O) равен  $250 : 2 = 125$ . Эквивалент соляной кислоты  $36,46 : 1 = 36,46$ . Эквивалент серной кислоты  $98 : 2 = 49$ . Эквивалент едкого натра  $40 : 1 = 40$  и т. д.

Теперь вы имеете понятие об эквиваленте и его величине и, следовательно, вам нетрудно будет себе представить и величину грамм-эквивалента, т.е. количество граммов элемента или вещества, численно равное его эквиваленту.

Грамм-эквивалент можно определить как весовое количество вещества, присоединяющее или замещающее

1,008 г водорода или 8 г кислорода или такое количество любого элемента, которое реагирует с указанным количеством водорода или кислорода, например: 23 г натрия замещает 1,008 г водорода; 40 г кальция замещает 2,016 г водорода или 20 г кальция замещает 1,008 г водорода.

Таким образом, один грамм-эквивалент натрия равен 23 г, а грамм-эквивалент кальция—20 г, грамм-эквивалент алюминия—9 г, грамм-эквивалент едкого кали—56,1 г, грамм-эквивалент гидрата окиси магния ( $Mg(OH)_2$ ) 29 г, грамм-эквивалент гидрата окиси железа ( $Fe(OH)_3$ ) 35 г и т.д.

Имея представление о нормальных растворах, нетрудно их приготовить.

Нормальные растворы обозначаются латинской буквой *N* или *n*, например: однонормальный раствор обозначается *1N* или *1n*, двухнормальный — *2N* или *2n*, трехнормальный — *3N* или *3n*, децинормальный — *0,1n*, сантинормальный — *0,01n*, миллинормальный — *0,001n*.

Приготовьте несколько нормальных растворов.

**Пример 1.** Как приготовить однонормальный раствор хлористого калия (*1n* раствор  $KCl$ )

Грамм-эквивалент  $KCl$  равен  $39,1 + 35,46 = 74,56$  г.

Отвесив 74,56 г хлористого калия, всыпьте его в мерную литровую колбу и налейте дистиллированной воды примерно пол-литра. Тщательно взбалтывайте до тех пор, пока вся соль не растворится. После этого долейте дистиллированной воды до метки на шейке колбы и осторожно перемешайте.

**Пример 2.** Как приготовить 100 мл децинормального раствора серной кислоты (*0,1n* раствора  $H_2SO_4$ )?

В школе имеется серная кислота уд. веса 1,83. По таблице (см. таблицу в конце книги) найдите, какой процент содержится в ней безводной серной кислоты (100%). Он равняется 92,10%. Грамм-эквивалент серной кислоты равен 49,05 г.

Для приготовления 1 л децинормального раствора потребуется 4,9 г безводной серной кислоты, а для 100 мл в 10 раз меньше, т.е. 0,49 г. У вас имеется кислота, содержащая 92,1% безводной кислоты. Следовательно, количество граммов этой кислоты для приготовления 100 мл *0,1n* раствора потребуется следующее:



$0,49 \text{ г} \cdot 100 : 92,1 = 0,53 \text{ г}^1$ . Чтобы это количество выразить в миллилитрах, необходимо количество граммов разделить на удельный вес данной кислоты (1,83). Отсюда количество серной кислоты для получения 100 мл 0,1 *n* раствора потребуется  $0,53 : 1,83 = 0,29 \text{ мл}$ .

В мерную колбу объемом 100 мл налейте около 50 мл дистиллированной воды. Отмерьте пипеткой 0,29 мл серной кислоты и прилейте ее в мерную колбу, перемешайте, а потом долейте дистиллированной воды до метки.

**Пример 3.** Как приготовить 50 мл 0,5 *n* раствора HCl из продажной соляной кислоты?

Прежде всего необходимо установить уд.вес данной кислоты.

Предположим, что уд.вес ее оказался 1,16. Найдите по таблице процентное содержание хлористого водорода в соляной кислоте уд.веса 1,16. Оно равняется 31,52%.

Для приготовления 1 л 0,5 *n* раствора соляной кислоты требуется  $36,46 \text{ г} : 2 = 18,23 \text{ г}$ , а для 50 мл— $18,23 \text{ г} : 20 = 0,9115 \text{ г}$ . Что же касается соляной кислоты концентрации 31,52%, то ее потребуется больше, а именно:  $0,9115 \text{ г} \cdot 100 : 31,52 = 2,9 \text{ г}$ .

Можно вместо весового количества взять объемное:  $2,9 : 1,16 = 2,5 \text{ мл}$ .

Следовательно, для приготовления 50 мл 0,5 *n* раствора соляной кислоты необходимо взять 2,5 мл соляной кислоты уд.веса 1,16.

В мерную колбу объемом 50 мл налейте около 25 мл дистиллированной воды, затем туда же прилейте 2,5 мл соляной кислоты уд.веса 1,16 и добавьте дистиллированной воды до метки на шейке колбы.

**Пример 4.** Как приготовить 100 мл 0,1 *n* раствора NaOH? Грамм-эквивалент едкого натра равен 40 г. Для приготовления 1 л 0,1 *n* раствора NaOH нужно взять 4 г едкого натра, а для приготовления 100 мл—0,4 г.

Отвесив 0,4 г едкого натра, поместите его в мерную колбу на 100 мл и налейте около 50 мл дистиллированной воды, затем закройте колбу пробкой и встряхивайте ее до полного растворения едкого натра. После этого долейте воды до метки на шейке колбы.

---

<sup>1</sup> Задача решается при помощи обратной пропорции: 100-процентной кислоты потребуется 0,49 г, а 92,1-процентной кислоты — *x*.

Ознакомившись с приемами приготовления нормальных растворов, приступите к самостоятельной работе и решите практически несколько из числа предложенных ниже задач для приобретения практических навыков приготовления нормальных растворов.

**Задачи:** 1. Приготовьте 50 мл 0,1 *n* раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , используя для этой цели серную кислоту уд.веса 1,55 (64,25%).

2. Приготовьте 100 мл 0,5 *n* раствора  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , используя фосфорную кислоту уд.веса 1,426 (60%).

3. Приготовьте 200 мл 0,1 *n* раствора  $\text{KOH}$ , используя едкое кали, содержащее 2% примесей.

4. Приготовьте 100 мл 0,1 *n* раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ .

5. Сколько соляной кислоты (уд.веса 1,06) следует взять, чтобы приготовить 50 мл 0,2 *n* раствора  $\text{HCl}$ ?

6. Приготовьте 50 мл 0,1 *n* раствора  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ .

7. Приготовьте 100 мл 0,2 *n* раствора хлористого натрия, используя поваренную соль, имеющую 3% примесей.

Приготовленные растворы могут быть использованы на лабораторных занятиях в классе.

Если вы будете проводить аналитические работы, то имейте в виду, что растворы портятся, например, едкие щелочи очень хорошо поглощают углекислый газ и превращаются в карбонаты, растворы кислот изменяют концентрацию, растворы некоторых солей окисляются и т. п. Поэтому при точных анализах необходимо готовить свежие нормальные растворы.

Вы освоили приготовление нормальных растворов и теперь можете приступить к титрованию.

### Т и т р о в а н и е

Существует несколько способов количественного определения кислоты или щелочи в различных веществах. Наиболее доступным в условиях школы является метод титрования, который обычно проводится при помощи нормальных растворов кислот или щелочей.

Разберем пример количественного определения кислоты в уксусе при помощи титрования нормальным раствором едкого натра.

Сначала приготовьте 100 мл 1 *n* раствора  $\text{NaOH}$ , для этого отвесьте 4 г чистого для анализа или химически чистого едкого натра, поместите его в мерную колбу емкостью 100 мл и долейте дистиллированной воды до метки на шей-

ке колбы. Колбу с раствором несколько раз встряхните. Хорошо перемешанный раствор влейте в бюретку почти доверху, затем спускайте его так, чтобы вогнутая часть мениска находилась на черте нулевого деления.

В стаканчик налейте 20 мл испытуемого уксуса и прибавьте 5—7 капель 1-процентного раствора в спирте фенолфталеина. Стаканчик подставьте под бюретку и по каплям спускайте раствор щелочи, следя все время за окраской раствора. Если жидкость в стаканчике при вливании раствора едкого натра розовеет и окраска быстро пропадает, то продолжайте добавлять щелочь по каплям. Когда розовая окраска станет устойчива и не пропадает в течение 1—2 минут, титрование прекратите и подсчитайте, сколько миллилитров титрующей жидкости пошло на нейтрализацию испытуемой жидкости.

Предположим, что вы истратили 2,5 мл раствора едкого натра. Произведите подсчет количества уксусной кислоты в уксусе: 1 мл 1-н раствора едкого натра содержит 40 г : 1000 = 0,04 г, а 2,5 мл—0,1 г. Какой же процент уксусной кислоты содержится в испытуемой жидкости?

40 г NaOH	соответствует	60 г CH <sub>3</sub> COOH	
0,1 г »	»	x	»

---


$$x = 0,15 \text{ г.}$$

Такое количество уксусной кислоты находится в 20 мл уксуса, а в 100 мл — в пять раз больше, т. е. 0,75 г. Таким образом, концентрация уксусной кислоты равняется 0,75%.

Возьмите другой пример: определение кислотности молока.

В молоке имеется молочная кислота (CH<sub>3</sub>CH(OH)COOH). 1 л нормального раствора кислоты содержит 90 г безводной молочной кислоты. Возьмите 100 мл молока и титруйте 0,1 н раствором NaOH.

Предположим, что вы израсходовали 18 мл децинормального раствора NaOH.

Определите наличие молочной кислоты (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>) в 100 мл молока.

В 1 л 0,1 н раствора едкого натра содержится 4 г едкого натра, а в 18 мл израсходованного раствора—0,072 г.

Зная, что 40 г едкого натра нейтрализуют 90 г молочной кислоты, устанавливаем, что 0,072 г NaOH нейтрализуют 0,162 г молочной кислоты.

Такое количество молочной кислоты содержится в 100 мл молока, а в литре — 1,620 г. Каждые 0,09 г молочной кислоты соответствуют одному градусу Тернера, следовательно, испытуемое молоко содержит  $1,62 : 0,09 = 18$  градусов Тернера. Нормальное молоко содержит от 16 до 18 градусов. В продажу допускается молоко, имеющее кислотность не выше 21 градуса. Таким образом, испытуемое молоко имеет нормальную кислотность и вполне пригодно для употребления.

При титровании следует придерживаться следующих правил:

1) Бюретку перед употреблением необходимо тщательно мыть при помощи специального ершика и споласкивать дистиллированной водой.

2) Сначала нужно заполнить бюретку выше нулевого деления, а затем медленно спускать жидкость до нулевого деления, чтобы удалить из резиновой трубки или из крана воздух.

3) Наполнять бюретку жидкостью следует через воронку и так, чтобы жидкость стекала по стенам бюретки.

4) Бюретка должна находиться в строго вертикальном положении.

5) При отсчете делений глаз должен находиться на одной линии с мениском.

6) Выливание жидкости следует проводить с одной и той же скоростью. После того как закрыт кран, необходимо подождать одну-две минуты, чтобы жидкость в бюретке приняла нормальное положение, после чего можно производить отсчет делений.

7) Титрование не рекомендуется вести с малыми количествами, так как вкраившаяся ошибка значительно возрастет при подсчетах.

8) После титрования жидкость из бюретки выливают, бюретку промывают и споласкивают дистиллированной водой.

Если едкий натр или едкое кали загрязнены или покрылись углекислым натрием или углекислым калием, то перед анализом их следует промыть в дистиллированной воде. Поступают следующим образом: берут кусок едкого натра, несколько больший по весу, чем требуется для приготовления титрующего раствора (например, для деци-нормального раствора берут не 4 г едкого натра, а 5 г), и опускают его на некоторое время в дистиллированную

воду. Как только растворится верхний слой, кусок вынимают и готовят децинормальный раствор.

Взвешивание лучше всего производить в чисто вымытой и предварительно взвешенной фарфоровой чашке. Найдя общий вес чашки с едким натром, вычитают вес чашки и определяют наличие щелочи.

Ознакомившись с вопросами титрования, можете производить количественное определение кислот и щелочей в испытуемых жидкостях: в почвенном растворе, молоке, патоке, в различных соках, воде и т. п.

При анализе щелочей в бюретку вливайте нормальный раствор кислот и в качестве индикатора используйте водный раствор метилового оранжевого или метилового красного.

При титровании жидкости, содержащей большой процент кислоты или щелочи, применяйте одно-, двух- или трехнормальные растворы, для жидкостей с небольшой концентрацией кислоты или щелочи применяйте деци- и сантинормальные растворы.

В качестве упражнений решите ряд экспериментальных задач.

1. Возьмите 20 мл продажного уксуса и определите процент находящейся в нем уксусной кислоты. Титрование проводите 0,5 *n* раствором едкого кали.

2. Определите концентрацию раствора едкой щелочи (NaOH, KOH, Ba(OH)<sub>2</sub>), имеющейся в школьной лаборатории. Для этого возьмите 25 мл раствора и титруйте 1 *n* раствором соляной кислоты. В качестве индикатора используйте 0,5-процентный раствор метилового оранжевого. Его следует влить в испытуемую жидкость, не более пяти капель. При изменении окраски не пропадающей в течение 1—2 минут, титрование прекратите и произведите подсчет.

Изучив приемы объемного анализа, вы можете проводить аналитические работы с органическими и неорганическими веществами.

Приобретенные навыки помогут вам в дальнейшем самостоятельно проводить аналитические работы в заводских лабораториях над различными веществами, а также в лабораториях сельскохозяйственных учреждений по анализу почвы, удобрений, пищевых продуктов и т. д.

## 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ

Если вы живете в сельской местности и пользуетесь водой из каких-либо местных водоемов (колодцы, реки, озера, подземные источники), то вам необходимо выяснить, пригодна ли эта вода для питья.

Одновременно вы проделаете общественно полезную работу для окружающего вас населения.

Природная вода, в зависимости от места ее нахождения, бывает атмосферная, морская, речная, колодезная, вода минеральных источников и т. д.

Наиболее чистой природной водой нужно считать атмосферную, но и в ней находятся различные примеси, попадающие в нее из воздуха.

Вода, проникающая в почву, называется почвенной. Она растворяет перегной и поэтому бывает богата органическими веществами.

Почвенная вода для питья негодна, так как в ней имеется много бактерий, среди которых находятся болезнетворные.

Все виды природной воды в той или иной мере содержат различное количество солей, а поэтому их вкус различен.

При помощи кипячения воду можно освободить от газов, солей и других примесей, но не полностью. Даже перегнанная (дистиллированная) вода не свободна от растворимых в ней газов. Только химически чистая вода не имеет никаких примесей.

Вода в зависимости от содержания солей может быть мягкая или жесткая.

Для того чтобы вы могли убедиться в пригодности воды, вам необходимо провести краткий анализ, в который входит определение прозрачности, цвета, запаха, вкуса, жесткости, наличия железа, органических веществ и т. п.

### О п р е д е л е н и е п р о з р а ч н о с т и в о д ы .

На стенку цилиндра наклейте узкую полоску миллиметровой бумаги. Цилиндр установите на печатный текст и начинайте вливать дистиллированную воду, следя за тем, чтобы можно было читать сверху через воду напечатанное. Воду вливайте до тех пор, пока можно различать шрифт. Отметьте, на какой высоте исчезла видимость шрифта. Затем налейте еще некоторое количество воды

и начинайте через сифон спускать воду до тех пор, пока не появится четкая видимость букв и цифр. Снова отметьте уровень воды в сантиметрах и сравните с высотой уровня в первом случае. При правильном проведении опыта и нормальном зрении обе величины должны совпадать.

Степень прозрачности определяется высотой жидкости в сантиметрах.

После того как будет установлена прозрачность дистиллированной воды, приступите к определению прозрачности испытуемой воды. Для этого удалите из цилиндра дистиллированную воду и налейте в нее испытуемую воду, предварительно ее взболтав. Наблюдайте, как было уже указано выше, и установите прозрачность данной воды.

### О п р е д е л е н и е ц в е т а в о д ы .

Для определения цвета воды существует несколько способов: а) более упрощенный, при помощи сравнения с дистиллированной водой, или б) более сложный, колориметрический<sup>1</sup>, который является более точным.

В одну пробирку налейте дистиллированную воду, в другую испытуемую. Обе пробирки поставьте рядом и сзади приложите лист чистой белой бумаги.

Сравнивая окраску воды в пробирках, установите цвет испытуемой воды.

Вода может иметь различные оттенки: розоватый, желтоватый, зеленоватый и т. д.

Чаще всего вода в открытых водоемах и колодцах имеет желтоватый цвет от примесей железа.

### О п р е д е л е н и е в з в е ш е н н ы х ч а с т и ц в о д е .

В мерную литровую колбу налейте до черты испытуемую воду, некоторое время ее взбалтывайте, затем фильтруйте через бумажный фильтр, предварительно высушенный и взвешенный на точных весах. После этого фильтр выньте из воронки и просушите в сушильном шкафу при температуре 105—110° в течение 30 минут, затем фильтр перенесите в эксикатор, где он остынет в течение 20 минут, после чего его быстро взвесьте.

---

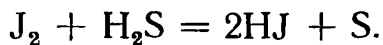
<sup>1</sup> Колориметрия—количественное определение цвета, в частности при помощи колориметра.

Количество взвешенных частиц в миллиграммах на литр воды определите по разности веса фильтра до опыта и со взвешенными веществами.

### О п р е д е л е н и е   з а п а х а   и   в к у с а   в о д ы .

Нормальная вода не имеет запаха и приятна на вкус. Если вода имеет запах тухлых яиц, то в ней содержится сероводород, особенно это заметно бывает при нагревании. Если вода имеет затхлый или гнилостный запах, это означает, что в ней содержится много разложившихся органических веществ.

Наличие в воде сероводорода можно определить химическим путем при помощи йодометрии, которая заключается в том, что йод, являясь окислителем, вступает во взаимодействие с сероводородом и, отнимая от иона серы два электрона, восстанавливается до иона  $I^-$ . Сера же, отдав свои электроны, выделяется в свободном состоянии.



В растворе получается йодистый водород.

Возьмите 50 мл испытуемой воды и прибавьте к ней по каплям раствора йода (можете использовать йодную настойку).

Если в испытуемой воде имеется сероводород, то жидкость не окрасится от прибавления йода в коричневый цвет, а начнет мутнеть от взвешенных частиц серы.

### О п р е д е л е н и е   щ е л о ч н о с т и   и л и   к и с л о т н о с т и   в о д ы .

Вода может содержать кислоту или щелочь, но чаще всего бывает нейтральна.

Щелочность воды можете определить при помощи 2-процентного спиртового раствора фенолфталеина.

Возьмите в пробирку до половины ее объема испытуемой воды и прилейте несколько капель раствора фенолфталеина. Если жидкость окрасится в розовый цвет, то вода имеет щелочную реакцию.

Кислотность определяется при помощи 1-процентного раствора метилового оранжевого. В пробирку с 10 мл испытуемой воды прилейте несколько капель водного раствора метилового оранжевого.

Если цвет индикатора изменится из оранжевого в красный, вода содержит кислоту.



При желании можно провести количественное определение щелочи или кислоты при помощи титрования. Определение щелочности ведите 0,01 *n* раствором HCl, а кислоты — 0,01 *n* раствором едкого натра.

### О п р е д е л е н и е ж е с т к о с т и в о д ы .

Жесткой водой называют воду, содержащую главным образом кальциевые и магниевые соли. В такой воде плохо развариваются овощи, мыло не мылится, после кипячения воды на стенках сосудов образуются большие отложения накипи. Происхождение жесткой воды объясняется тем, что вода, проходя через слои, богатые солями кальция и магния, растворяет последние и насыщается ими.

Различают три вида жесткости: временную, или карбонатную, постоянную, или некарбонатную, и общую. При временной жесткости в воде находятся бикарбонаты кальция и магния, которые при кипячении осаждаются:



Присутствие в воде сернокислых, хлористых и азотнокислых солей характеризует постоянную жесткость. Наличие в воде тех и других (карбонатных и некарбонатных) солей вызывает общую жесткость.

Сначала определите временную жесткость воды. Для этого профильтруйте 100 мл воды, затем прибавьте в нее 2—3 капли раствора индикатора метилового оранжевого и титруйте 0,1 *n* раствором соляной кислоты до перехода желтой окраски в оранжево-красную.

Допустим, что на титрование 100 мл воды пошло 0,5 мл 0,1 *n* раствора соляной кислоты, то на 1 л идет 5 мл.

$$\text{Решаем по формуле: } N_k = \frac{n \cdot 0,0028 \cdot 10000}{20,04} = 1,4 \text{ } n,$$

где  $N_k$  —карбонатная жесткость,  
 $n$  —количество мл 0,1 *n* раствора HCl, израсходованного на титрование,  
0,0028 —титр соляной кислоты на окись кальция,  
10000 —коэффициент для пересчета содержания окиси кальция в мг/л воды,  
20,04 —коэффициент для пересчета мг-эквивалент жесткости.

Так как вы затратили 5 мл 0,1 *n* раствора HCl, то  $n=5\text{мл}$ , а жесткость воды равна  $5 \cdot 1,4=7$  мг-экв.

Каждый мг-экв содержит 20,04 мг Са. Отсюда 7 мг-экв содержат в 1 л воды 140,28 мг Са.

При титровании происходит следующая реакция:



Для определения временной жесткости в градусах необходимо число миллилитров израсходованной кислоты умножить на 2,8. В данном случае  $0,5 \text{ мл} \cdot 2,8 = 1,4$  градуса в 100 мл воды, а в 1 л 14 градусов, что составляет 10 мг.  $14 = 140 \text{ мг Ca}$ . (1 градус жесткости соответствует в 1 л воды 10 мг Ca.)

Для определения постоянной жесткости воды приготовьте децинормальные растворы едкого натра и углекислого натрия, отмерьте по 12,5 мл каждого и слейте вместе. Можно сразу приготовить смесь, взяв 2 г едкого натра и 2,75 г углекислого натрия на 1 л дистиллированной воды. Полученную смесь (25 мл) прилейте к 100 мл испытуемой воды и выпарьте досуха на водяной бане, после чего остаток обработайте дистиллированной водой, свободной от  $\text{CO}_2$ , для чего дистиллированную воду кипятите в течение 5 минут. Жидкость отфильтруйте от осадка и последний промойте, а жидкость опять отфильтруйте. Оба фильтрата слейте вместе и титруйте 0,1 *n* раствором  $\text{HCl}$  в присутствии индикатора метилового оранжевого.

По числу миллилитров израсходованной кислоты можно определить количество находившихся в остатке щелочей. Допустим, что на титрование израсходовано 11 мл 0,1 *n* раствора  $\text{HCl}$ . Следовательно, на осаждение сульфата кальция и сульфата магния израсходовано 25 мл — 11 мл = 14 мл раствора углекислого натрия и едкого натра, что соответствует согласно формуле  $H_0 = 1,4(m - n) = 4,2 \text{ мг-экв}$ ,

где  $H_0$  —общая жесткость,  $m$ —количество мл 0,1 *n* раствора  $\text{HCl}$ , израсходованного на титрование 25 мл раствора  $\text{NaOH}$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $n$  — количество мл 0,1 *n* раствора  $\text{HCl}$ , израсходованного на титрование избытка  $\text{NaOH}$   $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Подставьте данные в формулу и вы получите:  $\text{HCl} = 1,4 \cdot (14 - 11) = 4,2 \text{ мг-экв}$  или в 1 л содержится  $20,04 \cdot 4,2 = 84,168 \text{ мг}$  кальция.

Определение общей жесткости проводится несколько иначе: возьмите по 12,5 мл децинормального раствора едкого натра и углекислого натрия и кипятите в течение 3 минут с момента закипания жидкости. Полученную жидкость в охлажденном состоянии слейте в мерную

колбу емкостью 200 мл. Сосуд, где была жидкость, сполосните дистиллированной водой и влейте ее в мерную колбу, затем в колбу влейте дистиллированную воду до метки. Взболтайте жидкость в колбе и фильтруйте через обыкновенный фильтр. Первые 30—40 мл вылейте, а из остального фильтрата возьмите 100 мл, которые титруйте в присутствии индикатора метилового оранжевого 0,1 *n* HCl до перехода окраски из желтой в оранжево-красную. Количество затраченных мл 0,1 *n* раствора HCl (11 мл) умножьте на 2, произведение вычтите из 25 (количество смеси NaOH и Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), остаток умножьте на 2,8. Получите градусы общей жесткости. (25 мл — 11·2)·2,8 = 8,4 градуса. 10 мг·8,4 = 84 мг Са.

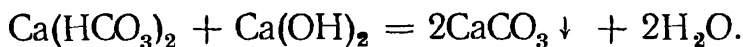
Природные воды по своей жесткости классифицируются следующим образом:

	Мг-экв Са и Mg	В градусах
Очень мягкая . . . . .	0,5—1,5	1—3
Мягкая . . . . .	1,5—3	3—6
Средняя . . . . .	3—6	6—12
Жесткая . . . . .	6—10	12—20
Очень жесткая.	Более 10	Более 20

Для борьбы с жесткостью воды прибегают к специальной очистке при помощи различных щелочей и солей.

Очистить воду от углекислых солей кальция и магния можно кипячением или химическим путем при помощи осаждения следующими реактивами: Ca(OH)<sub>2</sub>, NaOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, BaCO<sub>3</sub> и т. д.

Существует несколько способов смягчения воды. Наиболее распространенным способом следует считать содово-известковый способ:

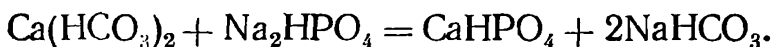
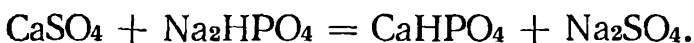


Бикарбонат кальция находится в растворе, при прибавлении извести он переходит в углекислый кальций, и последний выпадает в осадок. Бикарбонат магния под действием щелочи переходит в углекислый магний, выпадающий в осадок. После фильтрования вода становится мягкой.

Другой способ удаления жесткости воды при помощи едкого натра:



Для смягчения воды применяют также фосфорнокислые соли натрия — тринатрийфосфат и динатрийфосфат:



Определение железа в воде.

В воде могут быть закисные или окисные соли железа. Сначала определите наличие окисных соединений. Для этой цели используйте следующие реактивы: роданистый калий или роданистый аммоний, или железистосинеродистый калий. В пробирку налейте испытуемой воды до половины ее объема и прилейте несколько капель 5-процентного раствора роданистого калия или аммония. Если жидкость окрасится в красный цвет, то можно быть уверенным, что в воде имеются окисные соединения железа. Соли закисного железа не дают красного окрашивания с роданистыми соединениями. Если в школе нет роданистого калия или аммония, можно использовать другой реактив — железистосинеродистый калий (желтая кровяная соль). 5-процентный раствор железистосинеродистого калия по каплям прилейте в испытуемую воду. Появление синей окраски указывает на присутствие солей окисного железа. Соли окисного железа при взаимодействии с железистосинеродистым калием дают берлинскую лазурь.

Можете также использовать основную уксуснокислую соль натрия, приливая ее в кипящую воду; при наличии в ней солей окисного железа выпадает красно-бурый осадок.

Если в воде отсутствуют соли окисного железа, а есть соли закисного железа, то для их определения существует весьма чувствительный реактив — железосинеродистый калий (красная кровяная соль), дающий синий осадок турбулевой сини.

Для перевода закисного железа в окисное поступают следующим образом: в воду прибавляют серную или соляную кислоту и нагревают ее до кипения, затем по каплям прибавляют концентрированную азотную кислоту.

Если в воде находится железо, то раствор становится буро-желтым, что указывает на наличие окисного железа.

**О п р е д е л е н и е о р г а н и ч е с к и х с о е д и н е н и й в в о д е .**

Вода, проходя через почву, растворяет некоторые органические соединения. Для их определения применяют марганцовокислый калий.

В пробирку с испытуемой водой прилейте немного раствора марганцовокислого калия и нагрейте до кипения. При наличии органических веществ в воде появляется темно-коричневый осадок двуокиси марганца.

### **3. ЧТО НУЖНО ЗНАТЬ О ПОЧВЕ**

**С т р о е н и е п о ч в ы .**

Для ознакомления со строением почвы необходимо сделать почвенный разрез на глубину до 1 м. Острой лопатой выкопайте яму глубиной в 1 м и шириной до 3/4 м. Более широкую стенку сгладьте лопатой и рассмотрите ее поверхность. Вы увидите верхний слой более темный, содержащий в своем составе наибольшее количество перегноя, средний слой менее окрашен, в нем часто можно обнаружить вкрапления перегноя и, наконец, нижний слой, который почти не содержит перегноя и окрашен светлее двух предыдущих. Все эти три слоя составляют почву, под которой находится материнская порода.

В верхнем слое почвы происходят наиболее важные биохимические процессы. Корни многих растений, особенно однолетних, постепенно отмирают. Под действием бактерий, зеленых водорослей и грибов они постепенно разрушаются и переходят в другие вещества, усвояемые растениями.

Верхний слой почвы получил название перегнойного. Что же находится в этом слое почвы?

В перегнойном слое накапливаются различные соли (кальция, магния, калия, фосфора и др.). Они растворяются дождевой водой и проходят во второй нижележащий, менее окрашенный слой почвы, называемый **с л о е м в ы м ы в а н и я**. Здесь соли не задерживаются и проникают в нижний слой почвы, который является более плотным, чем оба вышележащих слоя. Соли, попав в

третий нижний слой, остаются в нем, и поэтому этот слой почвы носит название слоя вымывания.

Таким образом, почва состоит из трех слоев: перегнойного, вымывания и вымывания.

При образовании почвы играют роль не только отмершие корни растений, но и опавшие листья, прошлогодняя трава, остатки умерших животных и т. д. Они, конечно, играют меньшую роль, чем отмершие корни, но пренебрегать ими не следует.

Перегной состоит из органических и неорганических веществ, главным образом так называемых гуминовых и ульминовых веществ, в основе которых лежат высокомолекулярные одноосновные органические кислоты: гуминовая (черная по окраске и плохо растворимая в воде) и ульминовая (коричневая по окраске и слабо растворимая, но лучше, чем гуминовая). Кроме этих веществ, в почве находятся и другие органические вещества.

Наличие большого количества перегноя в почве создает благоприятные условия для питания и развития растений, но это только в том случае, если имеются налицо другие условия, как-то: достаточное количество влаги, воздуха и тепла, что способствует жизнедеятельности бактерий, играющих огромную роль в деле образования гумуса.

В болотистых почвах имеется много органических веществ, но почвы эти кислые, холодные, содержат много воды, плохо проветриваются и в них почти отсутствуют полезные бактерии.

### С о с т а в о р г а н и ч е с к о й ч а с т и п о ч в ы.

Органические вещества, входящие в состав перегноя, претерпевают различные изменения, они разрушаются с выделением  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  или, наоборот, образуют более устойчивые соединения — гуминовые, ульминовые и т. п. вещества, о которых было упомянуто выше.

В зависимости от количества гумуса (перегноя) создается плодородие почвы.

Посмотрите на таблицу 1 и вы сразу определите, какая из этих почв более плодородна.

Таким образом, перегной, с которым связано плодородие почвы, нужно рассматривать как ее существенную часть. Для извлечения органических веществ из почвы применяется содовый метод. Поместите 25 г воздушно-

Т а б л и ц а 1

Типы и подтипы почв	Гумус (в ‰)	Гумусовые кислоты (в ‰)	Гумусовые кислоты в гумусе (в ‰)
Серая лесная почва . . . . .	3,48	0,84	24,1
Чернозем выщелоченный . . . . .	8,00	3,20	35,9
Чернозем обыкновенный . . . . .	10,58	3,80	40,0
Каштановая почва . . . . .	4,16	1,19	22,7

сухой почвы в фарфоровую чашку и прилейте 50 мл 10-процентного раствора углекислого натрия, кипятите в течение 10 минут, после чего раствору дайте отстояться; затем слейте раствор в другую чашку, предварительно взвешенную, осадок два раза промойте водой с последующим отстаиванием. Промывную воду соедините с полученным прежде раствором. Полученную жидкость, содержащую в растворе гумус, нагревайте сначала на горелке или плитке, а когда останется немного жидкости, чашку перенесите в сушильный шкаф с температурой 105—110°. Остаток взвесьте вместе с чашкой и вес последней вычтите из общего веса. Полученный результат определяет количество органических веществ в почве. Отсюда легко высчитать процент гумуса.

Количество перегноя в почве можно определить другим путем — выжиганием.

Взвесьте точно железный тигель, насыпьте в него 50 г почвы, предварительно отобрав из нее корешки растений. Тигель с почвой поместите в сушильный шкаф с температурой 105—110° на 1—2 часа. По истечении этого времени тигель с почвой поместите в эксикатор для охлаждения, после чего почву вместе с тиглем взвесьте и установите потерю.

Для большей точности почву снова поместите в сушильный шкаф на 40 минут, после чего дайте остыть и взвесьте. Результаты первого и второго взвешивания должны совпадать. Если же они не совпадают, необходимо снова поместить тигель в сушильный шкаф.

Просушенную почву прокалите на горелке или при мусе при температуре не выше 400°, иначе вместе с гумусом могут выгореть фосфор и калий. Прокаливание продолжайте до тех пор, пока почва не изменит свой

цвет (станет красновато-сероватого цвета.) После прокаливания почву взвесьте и установите потерю почвы в результате выжигания органических веществ. Предположим, вы взяли 50 г почвы, тигель весил 25 г. После просушивания почвы в сушильном шкафу вес тигля с почвой оказался равным 72,5 г. Таким образом, влажность почвы была равна 5%.

После прокаливания вес почвы вместе с тиглем оказался равным 70 г. Выгорело почвы 2,5 г или 5,26%.

### Поглотительная способность почвы.

Почва обладает способностью задерживать и поглощать некоторые вещества. Так, например, если через почву пропустить раствор аммиака, то почва его поглотит и запах исчезнет. При пропускании через почву некоторых окрашенных растворов последние обесцвечиваются. Почва поглощает из растворов вносимые удобрения.

В почве, как вам известно, находятся растворимые и нерастворимые вещества. Проникая в почву, атмосферная вода, содержащая в своем составе в незначительных количествах углекислый газ, аммиак, азотистую и азотную кислоты и т. п., входит в соприкосновение с растворимыми веществами и образует почвенный раствор, так называемую жидкую фазу почвы.

По своему химическому составу почвенные растворы весьма различны: в них могут быть обнаружены различные неорганические соединения, хлориды и фосфаты, а также соединения алюминия, железа, марганца и т. п. Кроме неорганических соединений, в почвенном растворе встречаются: креновая кислота и ее соли, сахара, растворимые белковые соединения, аминокислоты и т. п.

На концентрацию почвенного раствора сильно влияют климатические условия. В умеренном поясе концентрация растворов солей достигает не более 0,05—0,2%, в жарком поясе и в засушливых местах она повышается и иногда переходит предел, но в силу существования поглотительной способности почвы это не является опасным для жизни и роста растений. Почва способна поглощать некоторые питательные вещества, как бы резервируя их, и по мере надобности возвращать.

Концентрация растворов солей зависит не только от климатических условий, но и от времени года. Весной, когда много подпочвенной воды, она меньше, летом зна-



чительно выше. В зависимости от содержания солей и кислот почвенный раствор по своей химической реакции может быть или нейтральным, или щелочным, или кислым. Нейтральный раствор характеризуется наличием в почве щелочей, нейтрализующих почвенную кислоту. Излишки извести вызывают щелочную реакцию, наоборот, недостаток извести ведет к повышению кислотности почвы. В почвоведении принято считать три вида кислотности: активную, обменную и гидролитическую. Рассмотрим каждую в отдельности.

### Активная кислотность.

В почве могут находиться в свободном состоянии как органические, так и неорганические кислоты. От их присутствия зависит активная кислотность. Увеличение степени кислотности почвы зависит от содержания  $\text{CO}_2$  в почвенном воздухе. Сокращению кислотности способствует наличие в почве карбонатов и бикарбонатов.

Кислотность почвенных растворов выражают величиной  $\text{pH}^1$  или в миллиграмм-эквивалентах.

Значение  $\text{pH}$  может колебаться в пределах от 0 до 14.

Отсюда  $\text{pH} < 7$  показывает кислую реакцию,  $\text{pH} > 7$  — щелочную и  $\text{pH} = 7$  — нейтральную.

Если кислотность почвы выражается  $\text{pH} = 4$  и меньше, то можно предполагать в ней наличие сильных минеральных кислот.

Количество кислоты, находящейся в почве, можете определить или при помощи «универсального индикатора»<sup>2</sup>, или титрования щелочными растворами.

Возьмите из разных мест земельного участка почву следующим образом: острую лопату углубите в почву на 20 см и землю с нее отбросьте в сторону, затем лопатой срежьте по вертикали слой земли толщиной 3—4 см и эту землю ссыпьте в мешочек. Так поступайте в каждом случае при взятии проб земли. Мешочки с землей перенумеруйте и запишите, с какого места взяты пробы.

<sup>1</sup> Для того чтобы вы могли понять, что подразумевается под величиной  $\text{pH}$ , необходимо иметь представление об электролитической диссоциации, об ионах положительно и отрицательно заряженных и, в частности, об ионах водорода.

<sup>2</sup> «Универсальный индикатор» существует нескольких видов. Определение при его помощи основано на колориметрическом методе. «Универсальный индикатор» наибольшее применение имеет в полевых опытах, так как быстро дает результат.

Землю высушите на воздухе, рассыпав ее на картоне. Перед определением почву следует просеять через почвенное сито с ячейками в 1 мм. Отвесьте несколько порций почвы по 20 г каждая, поместите их в отдельные стаканчики емкостью 100 мл. В стаканчики прилейте по 40 мл дистиллированной или хорошо прокипяченной воды, перемешивайте стеклянной палочкой в течение 1—2 минут, после чего жидкости дайте отстояться в течение 2—3 минут и снова перемешивайте в течение 2 минут, а затем оставьте стоять до полного просветления.

Если раствор после долгого стояния остается мутным, то профильтруйте его через бумажный фильтр, причем первую порцию фильтрата отбросьте, так как фильтровальная бумага всегда содержит щелочь.

Отстоявшуюся жидкость первой пробы осторожно слейте в чисто вымытую и сполоснутую дистиллированной водой колбочку. Из этой колбочки отлейте в чистую пробирку 3 мл почвенного раствора и добавьте чистой пипеткой 3 капли «Универсального индикатора». Чистой стеклянной палочкой размешайте жидкость и цвет жидкости сравните с цветной шкалой, приложенной к «Универсальному индикатору» для определения рН.

Для большей точности повторите анализ с той же пробой, а затем переходите к другим пробам почвы. Если в вашем распоряжении не имеется «Универсального индикатора», определите кислотность при помощи титрования щелочным раствором. Приготовьте в стаканчиках, как было указано выше, почвенный раствор из 20 г воздушно-сухой почвы в 40 мл дистиллированной воды. Отлейте из колбы с просветленным почвенным раствором 10 мл в фарфоровую чашку, прилейте 3—5 капель спиртового раствора фенолфталеина. В бюретку налейте 0,1 н раствора едкого натра<sup>1</sup>.

Начинайте титровать, для этого спускайте раствор по каплям в фарфоровую чашку с почвенным раствором едкого натра до тех пор, пока не появится розовое окрашивание, не исчезающее в течение 1—2 минут. (Не торопитесь.)

---

<sup>1</sup> В бюретку налейте раствор выше нулевого деления и через 2 минуты медленно спускайте в стаканчик жидкость до тех пор, пока мениск жидкости установится на нулевом делении.

По окончании титрования через 2—3 минуты подсчитайте, сколько *мл* 0,1 *n* раствора едкого натра пошло на нейтрализацию кислоты, содержащейся в почве.

Предположим, что было затрачено на нейтрализацию 10 *мл* почвенного раствора 3 *мл* 0,1 *n* раствора едкого натра.

Подсчитайте сколько *мг-экв* (миллиграмм-эквивалента) кислоты содержится в 100 *г* почвы и сколько потребуется извести для ее нейтрализации.

Прежде всего ознакомимся с величиной *миллиграмм-эквивалента* (*мг-экв*).

*Мг-экв* равен 0,001 *грамм-эквивалента*: *мг-экв* NaOH равен 0,04 *г*, *мг-экв* HCl — 0,03646 *г* и т. д.

Зная количество (*мг-экв*) кислоты или щелочи в 100 *г* почвы, можно установить и процентное содержание этих веществ в почве.

1 *мл* 0,1 *n* раствора NaOH отвечает 0,1 *мг-экв* водорода, а у вас израсходовано 3 *мл*, значит, в 10 *мл* почвенного раствора содержится 0,3 *мг-экв* водорода, а в 40 *мл*, которые вы взяли на 20 *г* почвы, содержится:

$$\frac{0,3 \cdot 40}{10} = 1,2 \text{ мг-экв.}$$

Теперь высчитайте, сколько *мг-экв* водорода находится в 100 *г* испытуемой почвы:  $\frac{1,2 \cdot 100}{20} = 6 \text{ мг-экв.}$

Предположим, что в почве была обнаружена соляная кислота, тогда можно установить ее процентное содержание в почве.

*Мг-экв* HCl равен 0,03646 *г*, а 6 *мг-экв* — 0,21876 *г*, или в почве содержится 0,22% кислоты.

Определять процент содержания кислот особой нужды нет, так как легче вести расчеты в *мг-экв*.

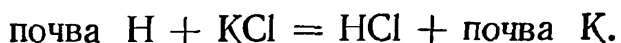
Зная количество *мг-экв* водорода в почве, легко вычислить количество потребной извести для нейтрализации почвы.

*Мг-экв* углекислого кальция равен 50 *мг*. В 100 *г* почвы содержится кислоты 6 *мг-экв*. Для нейтрализации почвы потребуется 6 *мг-экв* углекислого кальция или 300 *мг*, а на 1 *кг* почвы — 3 *г*.

## Обменная кислотность.

Кроме активной кислотности, может существовать обменная кислотность, когда водородные ионы находятся в скрытом состоянии. Для выявления обменной кислотности почвы необходимо водородные ионы вытеснить из соединения при помощи каких-либо нейтральных солей, например:  $KCl$ ,  $BaCl_2$  и др. Наиболее часто для этой цели применяют 1 *n* раствор  $KCl$  или 1 *n* раствор  $BaCl_2$ .

Происходит следующая реакция:



Выделенную соляную кислоту титруют сильной щелочью в присутствии фенолфталеина или метилоранжа.

Если почва имеет кислотность (рН) меньше 5, то наряду с поглощенными ионами водорода в почве находятся подвижные ионы алюминия, которые вредят развитию растений и поэтому от них необходимо освободиться. Этого можно достигнуть известкованием почвы.

Определить количество подвижного алюминия в почве можно, так же как и поглощенного водорода, при помощи почвенной солевой вытяжки.

Способ определения обменной кислотности и подвижного алюминия, разработанный проф. А. В. Соколовым, основан на вытеснении из почвы водорода и алюминия при помощи однонормального раствора хлористого калия.

Проведите две работы: сначала найдите подвижный алюминий и обменный водород в общей сумме, а затем, осадив алюминий, определите обменный водород.

Вычитая из полученного результата после первого опыта результаты второго опыта, вы найдете количество подвижного алюминия.

В колбу емкостью 500 *мл* поместите 100 *г* воздушно-сухой почвы, налейте 250 *мл* однонормального раствора хлористого калия и взбалтывайте в течение 5 минут, затем раствор оставьте стоять в течение суток. На другой день почвенный раствор профильтруйте через складчатый фильтр, причем первую порцию фильтрата вылейте. Профильтрованную жидкость отберите градуированной пипеткой в 2 конические колбы (по 50 *мл*).

Сначала определите сумму обменного водорода и подвижного алюминия, для чего одну колбу с почвенной вытяжкой нагрейте до кипения и кипятите 5 минут, затем, не давая остыть раствору, прибавьте в него 5—7 капель однопроцентного спиртового раствора фенолфталеина и титруйте 0,02 *n* раствором едкого натра до не исчезающего в течение минуты розового окрашивания.

По окончании титрования произведите подсчет в *мг-экв* на 100 г почвы. 1 мл 0,02 *n* раствора едкого натра отвечает 0,02 *мг-экв* водорода или алюминия.

Всего было взято 100 г почвы и 250 мл однонормального раствора хлористого калия (см. выше). Для титрования вы использовали 50 мл солевой вытяжки, что соответствует 20 г почвы. Для пересчета на 100 г почвы затраченное количество титра умножьте на коэффициент 0,1, который получается в результате вычислений  $\frac{0,02 \cdot 100}{20} = 0,1$ .

Предположим, что на титрование 50 мл солевого почвенного раствора вы израсходовали 12 мл 0,02 *n* раствора едкого натра. Подставьте данные в формулу:

$$X = \frac{12 \cdot 0,02 \cdot 100}{20} = 1,2 \text{ мг-экв водорода и алюминия вместе}$$
 взятых на 100 г почвы.

Можно сразу, без подсчета, умножить количество миллилитров титрующей жидкости на коэффициент 0,1.

Вы получили общее количество (в *мг-экв*) водорода и алюминия в 100 г почвы; теперь вам необходимо выяснить, какое количество в ней содержится обменного водорода (без алюминия); для этого из почвенного раствора нужно удалить алюминий.

Возьмите вторую колбу с 50 мл вытяжки, кипятите ее в течение 5 минут и охладите, затем в колбочку влейте 3 мл 3,5-процентного раствора фтористого натрия<sup>1</sup> и осадите алюминий, после чего в холодном состоянии титруйте 0,02 *n* раствором едкого натра в присутствии фенолфталеина до розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 минуты.

Подсчитайте затраченное на титрование количество щелочи и умножьте на коэффициент 0,1. Полученный результат определяет количество обменного водорода в *мг-экв*.

---

<sup>1</sup> Если фтористый натрий имеет щелочную или кислотную реакцию, его нейтрализуйте.

Предположим, что на титрование 50 мл вытяжки вами было израсходовано 3 мл 0,02 *n* раствора едкого натра; умножьте это количество на коэффициент (0,1), получите  $3 \cdot 0,02 \cdot 1 = 0,06$  мг-экв водорода на 100 г почвы. Чтобы узнать количество активного алюминия в почве, произведите вычитание из общего количества водорода и алюминия количества обменного водорода в мг-экв:  $1,2 \text{ мг-экв} - 0,06 \text{ мг-экв} = 1,14 \text{ мг-экв}$  алюминия в 100 г почвы.

Ввиду того что однократная обработка почвы хлористым калием не дает полной картины, необходимо внести поправку на неполноту вытеснения водорода и алюминия. Эта поправка на основании работ лабораторий почвоведения была установлена равной 1,75. Умножая на эту поправку, получите следующее количество обменного водорода:  $0,06 \text{ мг-экв} \cdot 1,75 = 0,105 \text{ мг-экв}$ .

Зная количество обменного водорода и активного алюминия, можно установить потребное количество извести на гектар пахотного слоя земли. Для этого нужно количество обменной кислотности, умноженное на поправку 1,75, умножить еще на коэффициент 1,5.

Данный коэффициент складывается в результате следующих подсчетов: 1 мг-экв водорода или алюминия на 100 г почвы соответствует 1 мг-экв или 50 мг углекислого кальция, или в переводе на 1 кг 500 мг углекислого кальция. Чтобы установить потребное количество извести на 1 га пахотного слоя почвы глубиной 20 см, весом 3 млн. кг, нужно 500 мг CaCO<sub>3</sub> умножить на 3 млн. и при переводе в тонны разделить на 1 млрд.:

$$x = \frac{500 \cdot 3\,000\,000}{1\,000\,000\,000} = 1,5.$$

При исследовании почвы вами была обнаружена обменная кислотность, равная 1,2 мг-экв водорода и алюминия. Умножая полученный результат на поправку 1,75 и коэффициент 1,5, получите:

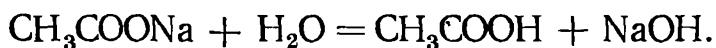
$1,2 \text{ мг-экв} \cdot 1,75 \cdot 1,5 = 3,150$  T извести на гектар.

### Гидролитическая кислотность.

Гидролитическая кислотность<sup>1</sup> определяется количеством водородных ионов, вытесняемых из почвы водным

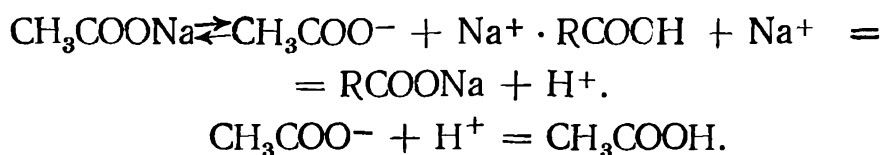
<sup>1</sup> Кислотность названа гидролитической в силу происходящего гидролиза соли:  $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} = \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH}$ .

раствором соли слабой кислоты и сильного основания, например уксуснокислым натрием или уксуснокислым барием, или уксуснокислым кальцием, которые обладают щелочной реакцией. Процесс протекает следующим образом:



Едкий натр, как сильная щелочь, диссоциирует:  $\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{OH}^-$  и встречается в почвенном растворе с коллоидными веществами, с обменными ионами водорода, калия, кальция, магния и др.

Ион натрия становится на место водорода, а последний вступает в соединение с ионом гидроксила, образуется молекула воды. Количество уксусной кислоты, образовавшейся в результате диссоциации уксуснокислой соли, показывает, сколько поступило в соединение ионов натрия. Таким образом, произведя титрование уксусной кислоты, можно обнаружить, сколько обменных ионов водорода находилось в почвенном растворе, и тем самым определить кислотность.



Титрование уксусной кислоты ведут 0,2 *n* раствором едкого натра в присутствии фенолфталеина.

Активную и обменную кислотность вы можете выявить одновременно при помощи солевой вытяжки почвы.

Определение гидролитической кислотности наиболее важное, так как расчеты количества потребной извести ведутся на основании гидролитической кислотности.

Гидролитическая кислотность всегда выше обменной кислотности и нередко наблюдается в таких почвах, где обменная кислотность отсутствует.

Для определения гидролитической кислотности используйте метод Каппена.

Насыпьте в колбу емкостью 250 *мл* 40 *г* воздушно-сухой почвы и налейте туда же 100 *мл* однонормального раствора уксуснокислого натрия, затем тщательно перемешайте в течение 5 минут и оставьте раствор на сутки. Через сутки жидкость отфильтруйте через складчатый фильтр, осторожно при помощи пипетки в стаканчик от-

лейте 50 мл вытяжки и титруйте 0,1 н раствором едкого натра в присутствии 5—7 капель фенолфталеина до появления розового окрашивания. Раствор перемешивайте все время стеклянной палочкой.

Установите, сколько выделилось уксусной кислоты из раствора уксуснокислого натрия, и главным образом сколько было связано ионов натрия, и сколько было выделено ионов водорода.

Вы взяли 50 мл солевой вытяжки почвы, что соответствует 20 г почвы (см. выше), поэтому для пересчета на 100 г почвы количество затраченного на титрование 0,1 н раствора едкого натра надо умножить на 5, затем на коэффициент 0,1 (см. стр. 52).

Как было указано выше, однократной обработкой уксуснокислым натрием вытеснить полностью водород не удастся, поэтому внесите поправку — 1,75.

Таким образом, для вычисления гидролитической кислотности количество использованного 0,1 н раствора едкого натра умножьте на 1,75 и  $0,1 : 5 \cdot 1,75 \cdot 0,1 = 0,875$  мг-экв.

Предположим, что на титрование уксусной кислоты (20 г почвы) вы израсходовали 1,2 мл 0,1 н раствора едкого натра. Определите величину в миллиграмм-эквивалентах гидролитической кислоты на 100 г почвы:

$$1,2 \cdot 0,875 = 1,05 \text{ мг-экв.}$$

Чтобы выяснить количество потребной извести для нейтрализации 1 га почвы, умножьте полученный результат на 1,5 (см. стр. 53).

Получаете:  $1,05 \cdot 1,5 = 1,575$ .

В глинистые почвы можно вносить полное количество извести сразу, а в песчаные — рациональнее внести ее по частям, так как в песчаных почвах известь вымывается. Действие извести продолжается в течение 12—15 лет.

О п р е д е л е н и е   н а с ы щ е н н о с т и   п о ч в ы  
о с н о в а н и я м и .

Почва способна поглощать не только ионы водорода, но и другие катионы, например:  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^{+}$  и др. Поэтому кислотность почвы зависит не только от обменной или гидролитической кислотности, но и от поглощения оснований.



Предположим, что вы провели анализ двух образцов почвы и узнали, что гидролитическая кислотность каждой из них равна 4,5 мг-экв на 100 г почвы.

На первый взгляд кажется, что оба образца почвы имеют одинаковую кислотность, но на самом деле этого нельзя утверждать, не определив степень насыщенности почвы основаниями.

Степень насыщенности показывает процент поглощения оснований к общей емкости поглощения почвой.

Кислотность почвы обозначается буквой Н в мг-экв, количество поглощенных оснований (Са, Mg и др.) — буквой S в мг-экв, величина степени насыщенности почвы основаниями в процентах обозначается буквой V.

Общая емкость поглощения почвы выражается суммой поглощения кислот (Н) и оснований (S) в мг-экв  $H + S$

$$\frac{H + S - 100}{S - V}$$

Откуда величина степени насыщенности почвы основаниями в процентах можно изобразить так:

$$V = \frac{100 \cdot S}{H + S}$$

Определите степень насыщенности почвы основаниями.

В колбу емкостью 250 мл насыпьте 20 г воздушно-сухой почвы и налейте 100 мл 0,1 n раствора HCl. Колбу плотно закройте и взболтайте несколько раз в течение часа, затем оставьте стоять на сутки, после чего профильтруйте через обеззоленный или складчатый фильтр. (Обеззоленные фильтры продаются в пачках в виде кружков разных размеров.)

Первые порции фильтрата вылейте или перефильтруйте.

В коническую колбу налейте 40 мл фильтрата, туда же прилейте 3 капли раствора фенолфталеина. Жидкость нагревайте до кипения, подложив под колбу асбестированную сетку. Кипятите в течение 3 минут и затем титруйте в горячем состоянии 0,1 n раствором едкого натра до слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 минуты.

После окончания титрования подсчитайте количество израсходованной щелочи. Количество взятой для титрования жидкости соответствует 10 г почвы.

На титрование было затрачено 0,1 *n* раствора едкого натра 5,5 мл, что соответствует 5,5 мл 0,1 *n* раствора HCl, израсходованной на нейтрализацию поглощенных оснований. Отсюда можно установить, что количество израсходованного 0,1 *n* раствора HCl при условии титрования 50 мл почвенной вытяжки из 10 г дерново-подзолистой почвы дает величину в мг-экв на 100 г почвы ( $S = 50 - 5,5 \text{ мг-экв} = 44,5 \text{ мг-экв}$ ).

(Полученное количество поглощенных оснований в мг-экв нужно было бы, исходя из 100 г почвы, умножить на 10, но принимая во внимание, что 1 мг-экв водорода содержится в 10 мл 0,1 *n* раствора соляной кислоты, нужно это количество разделить на 10, то цифру количества оставляем без изменения.)

Определите величину  $V$  — степень насыщенности оснований в процентах.

$$V = \frac{100 \cdot S}{H+S} = \frac{100 \cdot 44,5}{4,5+44,5} = \frac{4450}{49} = 90,9\%$$

Таким же образом определите  $S$  другого образца почвы. Предположим, что вы затратили 12 мл 0,1 *n* раствора едкого натра, что соответствует 12 мл 0,1 *n* раствора соляной кислоты. Произведите расчет, как и в первом опыте, и найдите сначала  $S$ , а затем и  $V$ .  $S$  будет равняться  $50 - 12 = 38 \text{ мг-экв}$ , а  $V = 89,4\%$ .

Вы видите, что при одинаковой гидролитической кислотности 4,5 мг-экв у разных образцов почвы разная степень поглощенности оснований. В первом образце почвы — 90,9%, а во втором — 89,4%.

Почва второго образца более кислая, чем первого, и поэтому больше нуждается в известковании.

Если у вас черноземная почва, то для определения  $S$  возьмите 10 г почвы и растворите в 100 мл 0,1 *n* раствора HCl.

Титруйте так же 50 мл вытяжки, но затраченное количество едкого натра (0,1 *n* раствора) умножайте на два, и таким образом вы определите  $S$ .

Ознакомившись с методами определения величины кислотности подвижного алюминия и насыщенности почвы основаниями, вы можете приступить к составлению почвенной карты пришкольного участка или колхозного поля.

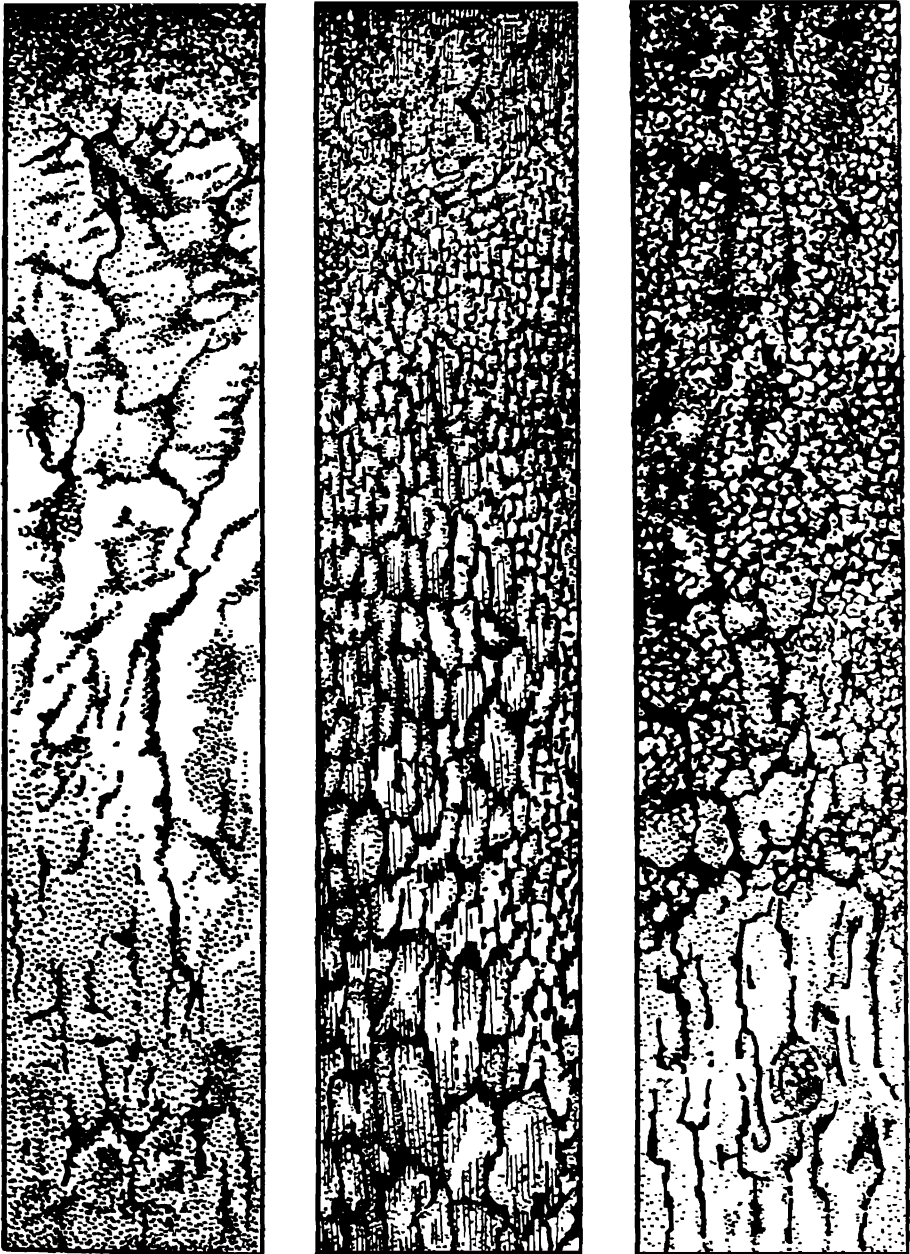


Рис. 7. Структура почвы:  
1 — дерново-сильноподзолистая почва; 2 — серая лесная почва;  
3 — чернозем обыкновенный.

Необходимо помнить, что эта работа весьма ответственна и поэтому исследование почвы нужно производить аккуратно и точно.

## Структура почвы.

От структуры почвы во многом зависит плодородие. Структурная почва хорошо прогревается, у нее хорошая аэрация (достаточно воздуха), нормальная влагоемкость и водопроницаемость, в ней хорошо развиваются полезные микроорганизмы.

Почвой наилучшей структуры нужно считать зернисто-комковатую. Она состоит из небольших зерен и комков, склеенных гуминовыми и ульминовыми кислотами, что позволяет ей противостоять распылению и размоканию.

Структуру почвы на целине можно разделить на несколько типов: чернозем-зернистый, солонец-столбчатый, дерново-подзолистая, тонкопластинчатая, серая лесная-ореховатая (рис. 7).

Пахотный слой почвы может быть только в двух состояниях:

- а) комковатый — структурный и
- б) распыленный — бесструктурный.

Комковатая почва обладает интересными свойствами: на поверхности комка происходит аэробная (в присутствии кислорода) деятельность, внутри комка — анаэробная (без кислорода). Таким образом, на поверхности комка происходит разрушение органических веществ, продукты которых поступают для питания растений. Внутри комка анаэробные бактерии (могущие обходиться без кислорода) способствуют сохранению и образованию питательных веществ. После использования питательных веществ на поверхности комка растения находят их внутри его.

Нужно стремиться к созданию хорошей структурной почвы. Этого можно достигнуть правильной обработкой почвы, своевременной поливкой, внесением удобрений и главным образом посевом злаково-бобовых растений.

## Механический состав почвы.

Под механическим составом почвы имеют в виду процентное содержание частиц того или иного размера.

В настоящее время в разных странах существуют различные системы классификации частиц по фракциям.

В. Сибирцев сделал сводку существующих в настоящее время систем классификации.

Т а б л и ц а 2

Частицы с диаметром (в миллиметрах)

Глина (ил)	Песчаная пыль (крупная, мелкая)	Песок крупный, средний, мелкий	Гравий	Галька	Валуны
0,005 — 0,001 коллоидная глина (коллоидный ил) 0,001	Крупная 0,05—0,01 Мелкая 0,01—0,005	Крупный 1—0,5 Средний 0,5—0,25 Мелкий 0,25—0,05	Крупный 10—5 Гравий 5—1	Крупная 100—50 Галька 50—10	Крупный 100—500 Валуны 500—100

Почву можно классифицировать по содержанию «физических глин» (частицы диаметром меньше 0,01 мм).

Т а б л и ц а 3

Разделение почв по механическому составу

Процент частиц диаметром меньше 0,01 мм							
Выше 60	60—50	40—50	30—40	20—30	10—20	5—10	Меньше 5
Тяжелые глинистые	Глинистые	Тяжелые суглинки	Легкие суглинки	Тяжелые супесчаные	Легкие супесчаные	Песчаные	Песчано сыпучие

Механический состав имеет огромное значение в жизни почвы. От него зависит влагоемкость, водопроницаемость, водоподъемная способность, пористость, воздушный и тепловой режим.

Глинистые почвы плохо пропускают влагу и поэтому обладают высокой влагоемкостью и плохой водоотдачей. Благодаря большой плотности они плохо проветриваются, плохо нагреваются (холодные почвы) и к тому же плохо обрабатываются. Глинистые почвы богаты зольными отложениями, т. е. содержат много солей.

Песчаные и супесчаные почвы в большинстве своем бесструктурны, обладают хорошей водопроницаемостью и благоприятным воздушным и тепловым режимом, но в то же время бедны гумусом и зольными веществами, быстро истощаются. Наиболее благоприятными следует считать суглинистые почвы.

Существует несколько методов механического анализа почвы. На занятиях химического кружка можно применить два метода: просеивание через сито и декантацию в стоячей воде.

Прежде чем приступить к механическому анализу почвы, подготовьте ее к просеиванию и декантации. Для этого удалите из почвы карбонаты, поместив ее в 0,2*n* раствор HCl на 5 минут. Жидкость перемешайте, дайте отстояться до осветления и трижды промойте. После каждой промывки и отстаивания жидкость сливайте. После промывания почву подсушите и, отвесив 25 г, поместите в стакан или чашку и прилейте 100 мл раствора, состоящего из 1 мл 1*n* раствора едкого натра, и 99 мл дистиллированной воды. Раствор размешивайте в течение 2—3 минут, дайте ему отстояться, затем жидкость осторожно слейте или фильтруйте и осадок высушите при температуре 100°, после чего точно взвесьте и запишите его вес, затем почву поместите на верхний ярус сита. Крышку плотно закройте и сито встряхивайте в продолжение 1—2 минут, снимите крышку и первый ярус сита (с ячейками в 3 мм в диаметре). Оставшуюся на этом ярусе почву точно взвесьте и высчитайте процент к общей массе. Так поступайте с почвой каждого яруса. В результате просеивания почва распределяется следующим образом: частицы диаметром от 3 мм и более, от 1 мм до 3 мм, от 0,5 мм до 1 мм, от 0,25 мм до 0,5 мм и меньше 0,25 мм.

Более точное определение последней фракции ведите при помощи декантации в стоячей воде, для чего используйте стаканы.

В один стакан всыпьте точно отвешенное количество почвы, просеянной через последнее сито с ячейками в 0,25 мм, и долейте холодной водой (15°) до черты на стенке стакана (на высоте 12 см); жидкость перемешивайте стеклянной палочкой в течение 1 минуты, затем раствор быстро перелейте в другой такой же стакан, а почву удалите при помощи шпателя, стакан сполосните, воду

вылейте на фильтр, осадок присоедините к первой порции и просушите при температуре  $105^{\circ}$ ; после чего тщательно взвесьте. Полученный результат показывает, сколько в общем количестве почвы находится частиц, диаметр которых колеблется между 0,25 мм и 0,05 мм.

Далее процесс повторите: перелитую жидкость взболтайте и дайте отстояться в стакане. Через 10 минут слейте в первый стакан, который к этому времени должен быть вымыт. При второй операции в осадок выпадают частицы, диаметр которых меньше 0,05 мм, но больше 0,01 мм. Осадок высушите и взвесьте.

Опыт продолжайте, только жидкость сливайте уже не через 10 минут, а через 6 часов, и получите частицы диаметром от 0,01 мм до 0,005 мм.

Раствор, полученный после последней декантации, профильтруйте, высушите на фильтре и взвесьте на точных чувствительных весах. Последний осадок содержит частицы почвы диаметром от 0,005 мм до 0,001 мм.

**О п р е д е л е н и е в л а ж н о с т и.** Кроме определения механического состава почвы, очень важно знать, какова влажность почвы в данное время и какие меры необходимо принять, чтобы она была нормальная.

Насыпьте в тигель 50 г почвы, поместите в сушильный шкаф с температурой не выше  $110^{\circ}$  и не ниже  $100^{\circ}$ . Почва просушивается до постоянного ее веса в течение 1—2 часов в зависимости от ее влажности. Затем дайте ей остыть в этом же шкафу или перенесите тигель в эксикатор. Остывшую почву точно взвесьте.

Разница между первоначальным (до просушивания) и последующим весом указывает количество влаги, находившейся в почве, по этому количеству нетрудно высчитать процент влажности почвы. Если почва у вас была сильно влажная, ее необходимо после взвешивания снова поместить в сушильный шкаф на 40 минут и снова после остывания взвесить.

Наилучшей для развития растений считают влажность, равную 60% полной влагоемкости почвы; такую влажность поддерживают при вегетативных опытах.

### О п р е д е л е н и е в л а г о е м к о с т и п о ч в ы.

Влагоемкость почвы определяется ее насыщением до постоянного веса и установлением разницы между весом

почвы, насыщенной водой, и первоначальным весом в воздушно-сухом состоянии.

Дно стеклянной трубки диаметром 30—35 мм и длиной 20—25 см затяните марлей, затем трубку взвесьте. Насыпьте в трубку на три четверти ее объема воздушно-сухую почву, снова взвесьте с почвой и установите вес почвы. Трубку закрепите на штатив (рис. 8) и под нее подведите ванну с водой с таким расчетом, чтобы одна треть почвы находилась в воде.

По прошествии суток трубку выньте из сосуда и точно взвесьте. Записав вес и установив привес, трубку снова опустите в сосуд с водой и оставьте еще на сутки, по истечении которых взвешивание повторите. Опыт продолжайте и на третьи сутки.

Когда будет установлено, что вес больше не изменяется, опыт прекратите и установите разницу в весе сухой и влажной почвы.

Увеличение веса определяет полную влагоемкость данной почвы.

**Определение капиллярного поднятия воды в почве.**

Капиллярная, или волосная, вода передвигается в тонких порах почвы. Это движение происходит в силу поверхностного натяжения и смачивания. Вода по капиллярам поднимается тем выше, чем меньше диаметр капилляра, чем тяжелее механический состав почвы и грунта.

Опытные данные показывают, что в первый момент исследования водоподъемная способность почвы наиболее велика в крупнозернистой почве, а затем она падает. Наибольшей водоподъемностью отличаются мелкозернистые почвы.

При уплотнении почвы капиллярный подъем воды увеличивается и почва высыхает быстрее; чтобы избежать этого, необходимо рыхлить почву, и, наоборот, чтобы притянуть влагу к поверхности почвы, последнюю уплотняют, прикатывают. Часто в сельском хозяйстве после посева злаков землю прикатывают и тем дают возможность подняться влаге к зерну.

Возьмите стеклянную трубку диаметром 4—5 мм и длиной 50—60 см, нижний конец ее обвяжите марлей, насыпьте воздушно-сухую почву доверху (рис. 9).



Трубку закрепите в лапках штатива и нижний конец ее погрузите в ванну с водой не более как на 0,5 см.

Отметьте время погружения трубки и наблюдайте скорость поднятия воды в почве, что определяется по изменению цвета почвы.

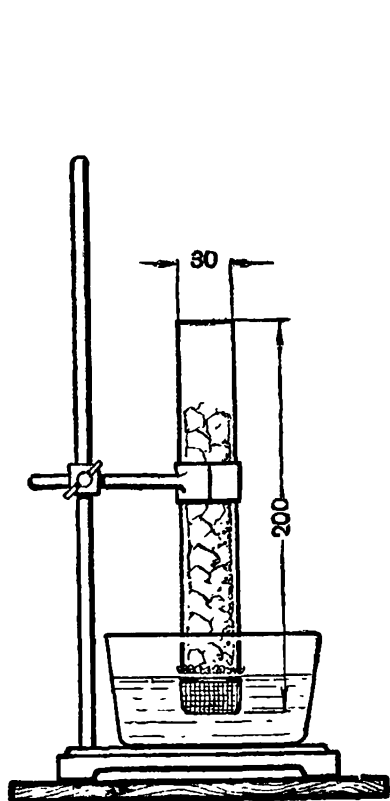


Рис. 8.

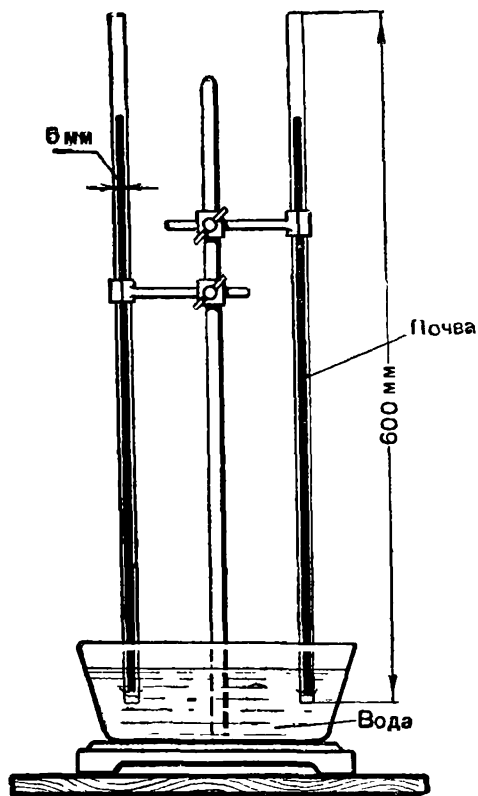


Рис. 9.

Для контроля поставьте опыт с песком и мелкодробленой глиной в таких же точно трубках. Наблюдение ведите одновременно во всех трубках и сравнивайте скорость подъема воды.

**О п р е д е л е н и е   в о д о п р о н и ц а е м о с т и  
п о ч в ы .**

Водопроницаемость имеет большое значение для плодородия почвы. Пористые почвы не задерживают воды и поэтому из них быстро вымываются питательные раство-

римые вещества. Наоборот, слишком плотные почвы задерживают влагу на поверхности, и она быстроиспаряется, не успев проникнуть в нижние слои почвы.

Возьмите три стеклянные трубки высотой 40 см и диаметром 10 мм, завяжите нижние их концы марлей и насыпьте в каждую по 20 г воздушно-сухой почвы, взятой

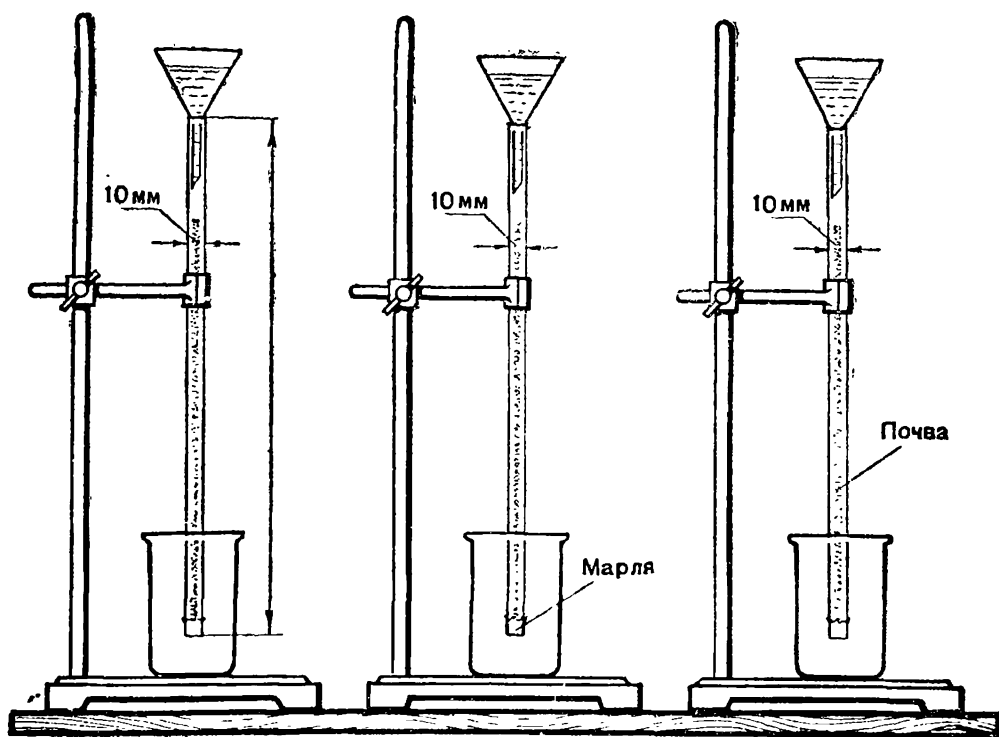


Рис. 10.

из разных мест учебно-опытного участка или колхозного поля (рис. 10). Трубки встряхните несколько раз для уплотнения почвы и закрепите их на штативе; под каждую из них подставьте стакан, затем через воронку налейте воду слоем 4 см. Уровень этого слоя поддерживайте в течение всего времени опыта.

Время прохождения воды через почву характеризует степень проницаемости почвы.

Появление капель воды в конце трубки показывает прохождение воды через почву.

На этом процессе элементарный анализ почвы заканчивается. Анализ минеральных солей, находящихся в почве, будет рассмотрен в следующем разделе книги.

#### 4. ЧТО НУЖНО ЗНАТЬ ОБ УДОБРЕНИЯХ

Химизация земледелия осуществляется путем применения удобрений.

В дореволюционной России из удобрений применялся главным образом навоз, что же касается минеральных удобрений, то они использовались только на помещичьих землях и то в ограниченных количествах.

Собственной туковой промышленности дореволюционная Россия почти не имела, и минеральные удобрения ввозились в небольших количествах из-за границы.

После Октябрьской революции силами выдающихся ученых — академиков А. Е. Ферсмана, Н. С. Курнакова и профессора П. И. Преображенского — были открыты богатейшие залежи соединений фосфора и калия. Так, в районах Кольского полуострова были обнаружены в огромных количествах апатиты, в Соликамске — калийные соли (карналлиты и сильвиниты).

В первые же годы Советской власти было организовано производство азотных, фосфорных и калийных удобрений. Это дало возможность в широких масштабах использовать удобрения отечественного производства на крестьянских, а впоследствии на колхозных полях.

Для того чтобы правильно использовать удобрения, необходимо ознакомиться с той ролью, которую играют отдельные элементы в жизни растений.

Роль отдельных элементов в жизни растений.

**А з о т.** Хотя азот и является основой жизни растений, в количественном отношении он занимает скромное место. Так, в общей массе растений его находится только 1,5%, тогда как углерода 45% и кислорода 42%. Азот входит в состав белков, а также хлорофилла.

Для питания растений требуются соли азотной кислоты (нитраты), соли аммония.

Недостаток соединений азота в почве сильно отражается на росте и развитии растений: листья имеют светло-зеленую окраску, листовая пластинка ограничена в своих размерах, злаки слабо кустятся (рис. 11, 1). Наоборот, при достаточном питании азотом растение развивается хорошо: листовые пластинки, а следовательно, и общая

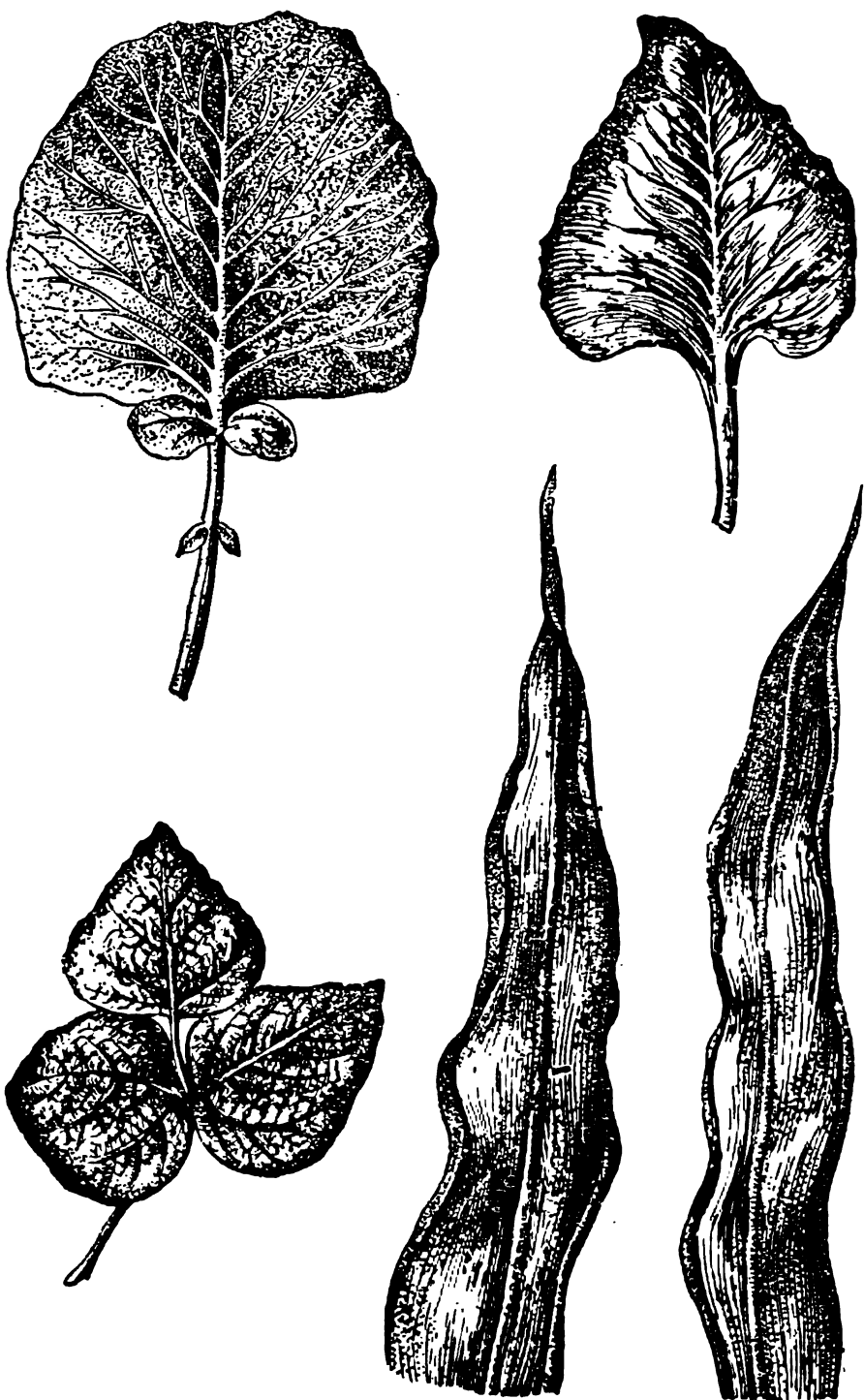


Рис. 11. Растения, которым не хватает азота, фосфора и калия:  
 1. Капуста — недостаток азота. 2. Сахарная свекла — недостаток фосфора.  
 3. Фасоль — недостаток калия. 4. Кукуруза — умеренный недостаток меди.

ассимилирующая поверхность увеличивается и имеет темно-зеленую окраску. Излишки азота имеют свою отрицательную сторону: растение буйно развивается, удлиняется вегетативный период, древесина у молодых побегов (у деревьев) не успевает вызреть и подвергается гибели от наступающих морозов.

Итак, для нормального роста и развития растительного организма необходима своевременная подача азотных удобрений.

**Ф о с ф о р.** Несмотря на незначительное количество фосфора в растениях, он играет огромную роль в их жизни. От количества фосфора в растениях зависит увеличение урожая зерна, плодов и т. п.

Большой недостаток фосфора приостанавливает рост и развитие растений, вызывает образование темных пятен на листьях и их скручивание (рис. 11, 2).

**К а л и й.** Как и предыдущие два элемента, калий играет большую роль в жизни растений. От отличия калия в растениях зависит накопление углеводов.

Недостаток калия ограничивает образование крахмала в клубнях картофеля, ведет к грибному поражению растения. Внешне недостаток калия обнаруживается слабым кущением злаков, неправильным развитием листовой пластинки, вялостью листьев, несмотря на обильное поливание, бурой пятнистостью листьев, причем побурение идет от периферии к центру листовой пластинки и т. д. (рис. 11, 3).

**К а л ь ц и й** нейтрализует почву от излишней кислотности и улучшает обмен веществ в растительных организмах.

При недостатке кальция и большом количестве магния последний оказывает свое вредное влияние на развитие растений.

**М а г н и й.** При недостатке магния происходит остановка роста и замечается хлороз: листья растений покрываются беловато-желтоватыми пятнами. Магний, вводимый в больших количествах, вредит растениям и даже может вызвать их отравление.

**Ж е л е з о.** Недостаток железа вызывает хлороз у растений. Достаточно бывает смочить побелевшие листья раствором каких-либо солей железа, как появляется зеле-

ная окраска. Помимо хлороза, отсутствие железа задерживает рост организма.

Для растений железо требуется в весьма небольших количествах.

**М и к р о э л е м е н т ы .** Раньше считалось, что для питания растений требуются: азот, фосфор, калий, кальций, магний, сера, железо, однако позднее было обнаружено, что одних этих элементов для полного, нормального развития растений недостаточно.

Некоторые элементы требуются растениям в микроскопических дозах, отсюда они и получили наименование микроэлементов.

После ряда проведенных исследований удалось обнаружить важное значение микроэлементов. Оказывается, что присутствие марганца, меди, бора и других элементов способствует росту и развитию растений.

В качестве марганцевых удобрений применяется сернокислый марганец. Кроме обычного внесения солей марганца в почву, может быть использовано внекорневое питание, т. е. опрыскивание раствором марганцевых солей листовых пластинок растений. Растворы применяются небольших концентраций от 0,01 до 0,05% марганцовокислого калия и сернокислого марганца. Двуокись марганца растениями не усваивается.

В качестве борных удобрений в настоящее время используются: бура, борная кислота, борномагнийевый сульфат и размолотые борные руды.

Одним из важных микроэлементов, имеющим большое значение в деле повышения урожайности, является медь.

**П о л у ч е н и е м и н е р а л ь н ы х у д о б р е н и й .**

Удобрения по своему составу можно разделить на органические, к которым относятся: конский, коровий и овечий навоз, птичий помет, мочеви́на, рыбная мука, торф, кровяная мука, различные животные и растительные остатки, и минеральные, в большинстве своем составляющие соли различных металлов и различных кислот — азотные, фосфорные и калиевые.

Все минеральные удобрения можно разделить на несколько групп:

1. **Ф о с ф о р н ы е**, из которых одни являются водорастворимыми, другие — цитратнорастворимыми, третьи —

лимоннорастворимыми. К цитратнорастворимым удобрениям относятся те, которые растворяются в аммиачном растворе лимоннокислого аммония (цитрат аммония). К лимоннорастворимым относятся фосфорные удобрения, растворимые в двухпроцентном растворе лимонной кислоты.

2. Азотные удобрения можно разделить на нитратные, содержащие кислотный остаток  $\text{NO}_3$ , аммиачные, в которые входит группа аммония  $\text{NH}_4$ , и амидные, азот входит в виде  $\text{NH}_2$  (аминогруппа).

3. Калиевые удобрения встречаются в виде хлористых и сернокислых солей.

4. Микроудобрения, к которым относятся соединения бора, марганца, магния, меди, цинка, молибдена, кобальта, железа и др.

Кроме указанных удобрений, бывают сложные и смешанные. К первым относятся удобрения, элементы которых находятся в химическом взаимодействии между собой, например: нитрасульфат аммония, аммофос и др. Ко вторым — состоящие из нескольких механических смешанных удобрений, например цветочная смесь, ягодная, плодовая и т. д.

## Получение фосфорных удобрений.

Природные фосфориты почти нерастворимы в воде, но, будучи раздроблены в виде муки и внесены в почву, могут быть использованы растениями для питания. Почвенные кислые растворы превращают фосфориты в вещества удобоусвояемые растениями. Эти удобрения действуют продолжительное время, в течение нескольких лет.

Фосфоритную муку можно употреблять как удобрение или как сырье для переработки на суперфосфат.

**Суперфосфат.** Наиболее распространенным фосфорным удобрением является суперфосфат  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  — кислая соль ортофосфорной кислоты.

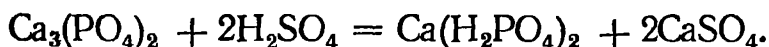
Суперфосфат светло-серого цвета, растворимый в воде (до 50%), имеет кислую реакцию, при хранении слеживается в комки.

Суперфосфат можете приготовить из природного фосфорита (фосфоритной муки) или из жженой кости, или фосфорнокислого кальция.

Приготовьте раствор серной кислоты (уд. вес 1,55); для этого к 100 *мл* воды прибавьте 100 *мл* серной кислоты (уд. вес 1,84). Кислоту осторожно вливайте тонкой струйкой в воду, размешивая жидкость стеклянной палочкой.

В колбу емкостью 250 *мл* всыпьте 60 *г* фосфоритной муки или размолотой жженой кости, влейте 150 *мл* приготовленного вами раствора серной кислоты и размешивайте в течение 5 — 10 минут.

Происходит реакция:



Как видно из уравнения реакции, суперфосфат состоит из однозамещенного фосфата кальция и сернокислого кальция.

Полученную массу нагрейте на водяной бане, а затем оставьте стоять в теплом месте на несколько дней. Если суперфосфат не подсохнет, его просушите в сушильном шкафу при температуре не выше 50°.

Часть готового суперфосфата насыпьте в пробирку и сохраните для коллекции удобрений. Остальной суперфосфат поместите в банку для использования в качестве удобрения.

В настоящее время широко внедряется в практику сельского хозяйства гранулированный суперфосфат, который имеет большое преимущество перед порошковидным суперфосфатом.

**П р е ц и п и т а т** ( $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

Преципитат является хорошим фосфорным удобрением. Это белый порошок, не влагоемок, в воде не растворим, но растворяется в кислотах, находящихся в почве. Преципитат бывает двух видов: один является удобрительным туком, другой служит для питания животных, так же как трехкальцийфосфат.

В колбе приготовьте известковое молоко; для этого смешайте 30 *г* свежегашеной извести (пушонки) или углекислого кальция с 60 *мл* воды. Колбу встряхивайте в течение 2 — 3 минут.

Приготовленное известковое молоко налейте в стакан и постепенно вливайте 30 — 35 *мл* жидкой ортофосфорной кислоты, все время размешивая стеклянной палочкой.



Происходит реакция:



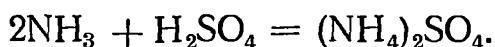
Жидкость оставьте стоять в течение 10 минут, а затем фильтруйте с помощью водоструйного насоса и воронки Бюхнера.

Осадок на фильтре подсушите в сушильном шкафу или на водяной бане при температуре не выше 100°.

П о л у ч е н и е   а з о т н ы х   у д о б р е н и й.

Сульфат аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  — мелкокристаллическое вещество, в чистом виде белого цвета, в воде хорошо растворяется, при хранении не слеживается.

Для изготовления сульфата аммония в промышленности существует несколько способов. Наиболее распространенным является пропускание газообразного аммиака через раствор серной кислоты.



При получении сульфата аммония вторым способом раствор аммиака сливают с раствором серной кислоты.

*1-й способ.* Приготовьте раствор серной кислоты уд. веса 1,72 (80%); для этого к 100 мл воды прибавьте 195 мл серной кислоты уд. веса 1,84.

В сосуд налейте 50 мл серной кислоты уд. веса 1,72 (80%) и через нее пропустите газообразный аммиак, который можно получить или путем нагревания нашатырного спирта, или при взаимодействии хлористого аммония с гашеной известью. В последнем случае колбу со смесью укрепите в наклонном положении, чтобы образующаяся в колбе вода стекала к горлу, иначе колба может лопнуть. Аммиак пропускайте до тех пор, пока жидкость станет нейтральной, что определяется при помощи лакмуса или фенолфталеина.

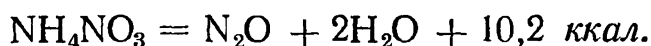
Кристаллы сернокислого аммония выпадают в осадок, их отфильтруйте. Если кристаллы сразу не выпадут, то раствор сначала нагрейте до 70 — 80°, а затем фильтруйте, фильтрат выпаривайте на водяной бане до появления кристаллов и оставьте кристаллообразоваться.

*2-й способ.* В раствор аммиака уд. веса 0,9 (25%) прибавляйте серную кислоту уд. веса 1,72 (80°) до полной

нейтрализации, затем поступайте так же, как и в первом случае.

**Н и т р а т а м м о н и я.** Нитрат аммония, аммиачная селитра ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) — кристаллическое вещество сероватого или беловатого цвета, иногда образует крупные прозрачные кристаллы, при хранении слеживается в крупные комки.

Нитрат аммония хорошо растворяется в воде, причем растворимость значительно повышается с увеличением температуры. При растворении в равном весовом количестве воды температура раствора падает с  $+15^\circ$  до  $-10^\circ$ . Селитра сильно гигроскопична, она расплывается на воздухе. В твердом состоянии селитра не является стойкой к нагреванию и распадается при температуре  $120^\circ$  на закись азота и воду.



При дальнейшем нагревании процесс распада усиливается и при  $185^\circ$  разложение происходит довольно бурно:



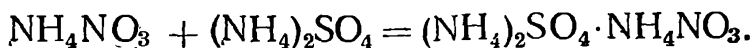
При быстром нагревании до  $400^\circ$  селитра разлагается со взрывом:



Нагревание аммиачной селитры выше  $300^\circ$  производить не рекомендуется, так как может произойти взрыв.

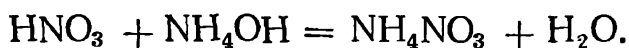
Для устранения гигроскопичности аммиачную селитру следует смешивать с другими удобрениями: с костной мукой, хлористым калием, фосфоритами и т. п., т. е. веществами, плохо растворимыми или совершенно нерастворимыми в воде. Некоторые вещества, применяемые в качестве смесителей, входят в химическое взаимодействие и образуют новые вещества, например при смешении хлористого калия и аммиачной селитры образуются хлористый аммоний и азотнокислый калий:  $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{KCl} = \text{NH}_4\text{Cl} + \text{KNO}_3$ .

Смесь сульфата аммония с аммиачной селитрой дает двойную соль сульфат-нитрат-аммония.



Эта соль обладает небольшой гигроскопичностью. Аммиачную селитру можно получить при реакции азотной кислоты с раствором аммиака.

Сначала приготовьте раствор азотной кислоты уд. веса 1,30; для этого к 100 мл воды прилейте 105 мл азотной кислоты (уд. вес 1,42), затем в фарфоровую чашку влейте 50 мл этой кислоты и медленно прибавляйте раствор аммиака до нейтрализации, все время перемешивая.

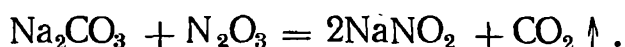


Полученную жидкость выпарите на водяной бане до появления первых кристаллов и оставьте кристаллизоваться.

Н и т р а т н а т р и я ( $\text{NaNO}_3$ ) — бесцветное, сильно гигроскопическое, хорошо растворимое в воде вещество, широко применяется в качестве удобрения, в природе встречается в больших скоплениях в Чили (Южная Америка), откуда и получило свое название «чилийская селитра».

Нитрат натрия получается в качестве побочного продукта при получении азотной кислоты, путем нейтрализации отходящих газов водным раствором соды.

Реакция происходит довольно быстро:



Как видно из уравнения, образуются нитрат и нитрит натрия, которые в дальнейшем обрабатываются азотной кислотой:



В колбу емкостью 500 мл налейте 50 мл азотной кислоты уд. веса 1,30, туда же медленно вливайте 375 мл соды (уд. вес 1,124), все время помешивая; происходит выделение углекислого газа; жидкость сильно вспенивается. По окончании приливания раствора соды жидкость продолжайте размешивать в течение 1—2 минут и выпаривайте на водяной бане до появления кристаллов; затем поместите в сушильный шкаф при температуре не выше  $50^\circ$ , где и произойдет кристаллизация соли.

Н и т р а т к а л ь ц и я  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  — комковатая белая масса, хорошо растворяется в воде, гигроскопичен, при-

тягивает влагу из воздуха. Это удобрение широко известно под названием «норвежской селитры». Оно имеет большое значение для питания растений. Нитрат кальция вы получите при взаимодействии азотной кислоты и углекислого кальция или мела.

Сначала приготовьте раствор азотной кислоты (уд. вес 1,30), затем в ступке тщательно разотрите 50 г мела и смешайте его с водой, доводя до консистенции молока. В полученную взвесь («молоко») медленно, тонкой струйкой подливайте азотную кислоту, все время размешивая, до тех пор, пока реакция жидкости не станет нейтральной. (Мел берут в большем количестве, чем это требуется по уравнению реакции, так как в нем постоянно имеются примеси, которые будут выпадать в осадок.)

Готовую жидкость отфильтруйте и фильтрат выпарьте на водяной бане до появления кристаллов и затем оставьте в сушильном шкафу при температуре 40 — 50° для кристаллизации.

Хранить нитрат кальция следует в герметически закрытой посуде, пробку залейте парафином.

### П о л у ч е н и е к а л и е в ы х у д о б р е н и й.

К калиевым удобрениям относятся хлористый калий и сульфат калия.

Х л о р и с т ы й к а л и й (KCl) — мелкокристаллический порошок, белого цвета (технический хлористый калий сероватого цвета). При долгом хранении он слеживается в виде общего кома, трудно разбиваемого. В воде растворяется хорошо, слабо гигроскопичен.

В промышленности хлористый калий получают из сильвинита ( $KCl \cdot NaCl$ ) или из карналлита ( $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ). Природный сильвинит содержит 20 — 25% хлористого калия.

Принцип производства хлористого калия состоит в основном в разделении хлористого калия и хлористого натрия посредством кристаллизации. Хлористый калий при повышенной температуре имеет более высокий коэффициент растворимости, чем хлористый натрий (таблица 4.)

Для приготовления хлористого калия из сильвинита сначала раздробите сильвинит в ступке до мелкозернистого состояния, а затем растворите его в кипящей воде. Насыщенный раствор профильтруйте и охладите до 20°,

при этом хлористый калий начнет выпадать в осадок, его отделили при помощи фильтрования или центрифугирования. Фильтрат можно использовать для растворения новых порций сильвинита и выделения хлористого калия. В этом растворе хлористый калий находится в насыщенный состоянии.

Промышленность выпускает калийное удобрение с содержанием 30 — 40%  $K_2O$  или 47 — 63,3%  $KCl$ .

Т а б л и ц а 4

Растворимость в воде хлористого натрия и хлористого калия

NaCl				KCl			
в 1000 г воды		в 100 г воды		в 1000 г воды		в 100 г воды	
<i>t</i>	количество граммов	<i>t</i>	количество граммов	<i>t</i>	количество граммов	<i>t</i>	количество граммов
0	356,5	0	26,27	0	283,7	0	22,10
10	357,2	10	26,32	10	312,3	10	23,80
20	358,5	20	26,39	20	343,2	20	25,55
30	360,7	30	26,59	30	373,6	30	27,20
40	363,7	40	26,67	40	402,5	40	28,70
50	367,2	50	27,86	50	430,2	50	30,08
60	371,2	60	27,07	60	456,7	60	31,35
70	375,5	70	27,30	70	483,2	70	32,58
80	380,8	80	27,55	80	509,4	80	33,77
90	385,2	90	27,60	90	537,3	90	34,95
100	391,8	100	27,65	100	562,5	100	36,00

**Сульфат калия.** Сульфат калия ( $K_2SO_4$ ) — белый порошок (технический — сероватого цвета), растворяется в воде.

Сульфат калия является весьма ценным удобрением. Он обычно употребляется в тех случаях, когда растения не дают увеличения урожая при внесении хлористого калия (сахарная свекла, табак, виноград, citrusовые, ягодные кустарники и деревья). При внесении под эти культуры сульфата калия урожай значительно повышается. Так, урожай сахарной свеклы повышается на 20 ц с одного гектара, а также повышается ее сахаристость.

Сульфат калия в промышленности получают из  $KCl$  и  $MgSO_4$ .

Т а б л и ц а 5

Растворимость хлористого калия и хлористого натрия в воде при совместном их присутствии, в зависимости от температуры

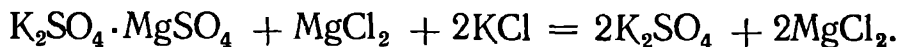
<i>t</i>	На 1000 г воды		На 100 г воды	
	NaCl	KCl	NaCl	KCl
0	321	106	22	7,6
10	297	127	20,9	8,8
20	292	147	20,3	10,2
30	287	171	19,7	11,7
40	282	195	19,1	13,2
50	277	220	18,5	14,7
60	272	246	17,9	16,2
70	268	273	17,4	17,7
80	264	300	16,9	19,2
90	261	329	16,4	20,7
100	259	359	15,9	22,2
110	253	390	15,4	23,5

Отвесьте 15 г хлористого калия и 25 г сернокислого магния, последний растворите в 50 мл воды и нагрейте до 30 — 40°. В раствор сульфата магния прибавьте половину отвешенного хлористого калия и раствор размешайте в течение 2 — 3 минут, происходит реакция:

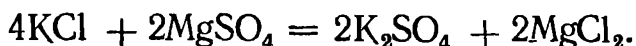


Прибавьте остальной хлористый калий и продолжайте размешивать, затем нагревание прекратите, выпадает осадок сульфата калия.

Происходит следующая реакция:



Суммарное уравнение реакции будет следующее:



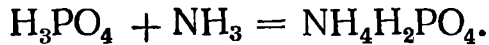
Раствор отфильтруйте от осадка; в растворе остаются хлористый магний и непрореагировавший хлористый калий.

Можете использовать другой способ получения сульфата калия — из хлористого калия и серной кислоты.

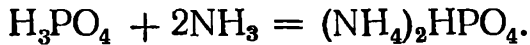
Получение сложных удобрений. Аммофос — фосфат аммония ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ) — порошок белого или

серого цвета, слабо растворяется в воде, но хорошо в кислотах.

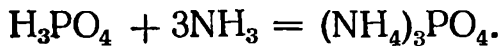
При взаимодействии фосфорной кислоты с аммиаком образуются три вида солей: моноаммонийфосфат, диаммонийфосфат и триаммонийфосфат.



Моноаммонийфосфат является очень устойчивой солью и при нагревании не разлагается.



Диаммонийфосфат при температуре  $70^\circ$  теряет аммиак.



Триаммонийфосфат — соль весьма неустойчивая и даже при обычной температуре теряет аммиак.

Для удобрения почвы применяется главным образом смесь из моноаммонийфосфата и диаммонийфосфата.

В химический стакан налейте 20 мл концентрированной фосфорной кислоты и пропускайте аммиак, выпадает осадок; его удалите и снова продолжайте пропускать аммиак до тех пор, пока не прекратится осаждение аммофоса. Осадок просушите при температуре не выше  $100 - 105^\circ$ .

В большинстве случаев удобрения применяются в смешанном виде. Одни смеси удобрений применяются для полевых культур, другие для огородных, третьи для плодов, четвертые для ягод, пятые для цветов и т. д.

### П р и м е н е н и е   у д о б р е н и й.

Каждое растение — однолетнее или многолетнее — требует для своего роста и развития определенных условий: хорошей аэрации (проветривания почвы), нормальной влажности, достаточного освещения и значительного запаса питательных веществ. Только при выполнении всех этих условий можно рассчитывать на хорошее развитие и рост растений и получение богатых урожаев.

Каждая культура в течение вегетационного периода (периода роста растения) требует определенного количества удобрений: калия, фосфора, азота и других питательных веществ.

Рассмотрите внимательно таблицы 6 и 7, которые дают представление о потребности азота различными культурами в течение года.

Т а б л и ц а 6<sup>1</sup>

Культура	Урожай в центнерах на 1 га	Примерный вынос азота в кг на 1 га, включая содержание азота в соломе и ботве
Зерновые хлеба . . . . .	15 —20 (зерно)	40—60
» . . . . .	25 —30 »	85—100
Картофель . . . . .	200—250 (клубни)	100—125
» . . . . .	300—350 »	150—175
Сахарная свекла . . . . .	200—250 (корни)	90—125
» . . . . .	400—500 »	180—250
» . . . . .	600—700 »	270—350

Т а б л и ц а 7

Ежегодное поглощение питательных веществ плодовыми и ягодными растениями

Культура	Урожай в центнерах на 1 га	Поглощение азота в кг на 1 га	Поглощение азота в г на 1 м <sup>2</sup>
Яблоня плодоносящая . . . . .	614,7	66,8	6,8
Груша плодоносящая молодая . . . . .	219,6	33,6	3,5
Слива » . . . . .	98,5	33,9	3,5
Смородина красная . . . . .	201,0	133,0	13,5
» черная . . . . .	73,0	63,0	6,5
Крыжовник . . . . .	180,0	79,0	8,0
Земляника . . . . .	108,0	156,0	15,0

Таблица 6 показывает, что одна и та же культура, например зерновые хлеба или сахарная свекла, используют разное количество удобрений в зависимости от полученного урожая. Поэтому при внесении удобрений необходимо ориентироваться на ожидаемый урожай.

Почва в течение года, если она находится под посевами, обедняется и поэтому требует постоянного пополне-

<sup>1</sup>Таблица взята из книги: Д. Н. П р я н и ш н и к о в, Избранные сочинения, том III, изд. АН СССР, 1952.



ния питательными веществами. Некоторые почвы содержат очень большие количества питательных веществ, например чернозем; подзолистые почвы, наоборот, могут содержать их весьма незначительное количество. Опытным путем было найдено, что в некоторых подзолистых почвах содержание азота достигает 0,03 — 0,05%, в более плодородных от 0,1 до 0,15%, в богатых же почвах азота находится от 0,2 до 0,3%.

При пересчете на пахотный слой глубиной 20 см накопление азота на гектар в первом случае выразится около 1000 кг, во втором — от 3000 до 4500 кг и на богатой черноземной почве — от 6000 до 10 000 тыс. кг.

Содержание фосфора ( $P_2O_5$ ) колеблется в пределах от 0,01 до 0,02% на бедных почвах и от 0,1 до 0,2% на почве, богатой питательными веществами.

Калийных солей обычно содержится больше, чем азота или фосфора, так, на бедных почвах  $K_2O$  находится от 0,2 до 0,3%, на более богатых — от 1 до 2%, при этом в тяжелых глинистых почвах еще больше, чем в легких песчаных.

Мы указали о содержании удобрений в пахотном слое, но растения берут питательные вещества и из более глубоких слоев, поэтому нужно считать, что запасов удобрения в земле содержится в несколько раз больше.

Сравнивая запасы питательных веществ, находящихся в земле, с потребностью растений, на первый взгляд кажется, что их вполне достаточно и хватит на много урожаев, но это не совсем так. Растения не всегда могут воспользоваться теми количествами питательных веществ, которые находятся в земле, и как бы ни была богата ими почва, она рано или поздно должна истощиться. Быстрее истощается подзолистая почва, медленнее — суглинок и еще медленнее — чернозем, но и последний также обедняется питательными веществами, если на нем будут произрастать различные культуры без внесения в него удобрений.

Таким образом, земля требует возврата питательных веществ, иначе ее плодородие истощится и урожай будут падать. Но какое количество их нужно вносить, заранее сказать трудно. Для этого необходимо знать, какое количество способных для усвоения растениями азота, фосфора и калия содержится в одном килограмме почвы и какие растения на ней будут культивироваться.

Вам известно, что для питания растений главным образом необходимы калий, фосфор и азот, но не каждое фосфорное или азотное соединение может быть использовано растениями. В почве может быть много фосфора, а растение голодает от его недостатка, много азота, а растение не развивается. Нужно учитывать не общее количество находящихся в почве элементов, а только те вещества, которые могут быть усвоены растениями, так называемые подвижные фракции питательных веществ.

Излишки питательных веществ в почве приводят к нежелательным результатам. Так, например, при наличии в почве достаточного количества усвояемого растениями фосфора, азота и других элементов дополнительное внесение этих же элементов может отрицательно сказаться на развитии растений. Излишки солей могут привести к засоленности почвы, что вредно отразится на жизни растений. Поэтому удобрения нужно вносить в почву в том случае и в таких количествах, которые потребуются данному растению в течение вегетационного периода.

Необходимо также иметь в виду, что нельзя все время вносить удобрения с одновалентными ионометаллами, например  $KCl$ ,  $NH_4NO_3$  и т. д., так как можно испортить структуру почвы. Необходимо чередовать их, например  $NH_4NO_3$  с  $Ca(NO_3)_2$ ,  $KCl$  с  $K_2SO_4$  или  $CaHPO_4$  и т. д.

Нужно также помнить, что постоянное внесение в одну и ту же почву суперфосфата может вызвать повышенную кислотность почвы, так как он содержит свободные серную и фосфорную кислоты, поэтому необходимо через определенный промежуток времени нейтрализовать почву.

При применении удобрений первой задачей является выяснение реакции почвы: кислая, нейтральная, щелочная. Если будет обнаружено, что почва кислая, ее необходимо подвергнуть известкованию. Известь вносится сразу или по частям, в зависимости от структуры почвы. Прежде всего следует указать, что известь вносится в виде хорошо перемолотого порошка, иначе она не используется растениями. Вносить ее нужно при вспашке или перекопке земли, при этом следует стремиться к равномерному ее распределению между частицами почвы.

В качестве известкового удобрения вносится хорошо размолотый мел, известняк, доломит, мергель, известковый туф. Вместе с  $CaCO_3$  поступает в почву  $MgCO_3$ , иногда

до 50% от общей массы удобрений, но это не вредит растениям. Количество вносимой углекислой извести должно быть различно, оно зависит не только от состояния кислотности почвы, но также от механического ее состава.

Действие известкования носит длительный характер, 10—16 и более лет, при этом на второй и третий год после внесения извести получается больший эффект, чем в первый год.

Известь не только нейтрализует почву, но она обладает и другими свойствами: она способствует переходу фосфорной кислоты и калия в более усвояемые соединения, сокращает подвижность алюминия в почве, осаждая его в виде гидрата окиси  $Al(OH)_3$  и прекращает связность тяжелых глинистых почв, что облегчает их обработку. Известь придает почве лучшие физические свойства. Нуждаемость в известковании почвы можно определить по диким и культурным растениям, которые произрастают на данных почвах. В тех местах, где растут бук, дуб, граб, акация, шиповник, клевер (особенно красный), лисохвост, горчица, почва нейтральная или слабощелочная и в известковании не нуждается. Если же в данной местности произрастают полевой хвощ, осока, ситник, лютик ползучий, пикульник разноцветный, щавель, торица полевая и т. п., то эта почва кислая и нуждается в известковании.

Нужно отметить, что растения хорошо развивающиеся на кислых почвах, вытесняют растения, нуждающиеся в извести; внесение последней способствует уничтожению мхов, щавеля, пикульника и др. и дает толчок к развитию клевера и сладких злаков.

Как указывалось выше, прежде чем приступить к внесению удобрений, необходимо выяснить наличие усвояемых питательных веществ (фосфора, калия и азота) в данной почве и достаточно ли этого количества для полного развития растений, которые предполагается культивировать на данной почве.

Существуют два метода определения наличия подвижных фракций элементов в почве: полевой метод и лабораторный. Первый должен протекать на учебно-опытном участке школы, второй — в школьной лаборатории.

## Полевой метод.

Полевой метод заключается в наблюдении за ростом и развитием растений в зависимости от внесения удобрений. Полевые опыты проводятся на отдельных делянках, размеры которых могут быть различны (от 100 м<sup>2</sup> и до 1 га). В условиях школы делянки могут быть от 5 м<sup>2</sup> до 25 м<sup>2</sup>. Для опытов следует отвести 8, а еще лучше 11 делянок.

Работа требует постоянного ухода за растениями и внимательного наблюдения. Она проводится главным образом в весенний и летний периоды. Нужно так организовать работу, чтобы в продолжении всего опытного периода на делянках поддерживались агротехнические мероприятия и все происходящие изменения отмечались в журнале наблюдений.

Для успешного проведения опыта необходимо проведение следующих мероприятий: а) рыхление, способствующее лучшей аэрации почвы и сохранению почвенной влаги; б) поддержание нормальной влажности (своевременный полив растений); в) прополка сорняков; г) борьба с вредителями и болезнями растений и т. д.<sup>1</sup>.

Для постановки полевого опыта необходимо выбрать участок с более или менее однородным профилем. Не следует отводить делянки во впадинах или на пригорках, вся площадь земли должна быть более или менее ровной, так как если одни делянки разместить на пригорке, а другие в низине, то растения будут находиться в различных условиях как в отношении воздуха, так и влаги.

Все делянки в одинаковой степени должны быть хорошо обработаны: земля перекопана на 20—22 см и освобождена от сорняков, в особенности от корней и корневищ осота, пырея, одуванчика и др. Делянки друг от друга отделяются межей и перенумеровываются. Устанавливаются этикетки с указанием внесенных удобрений, например: N (азот), P (фосфор), P, K (фосфор и калий) и т. д.

Существует несколько систем постановки опытов. Остановимся на двух из них.

---

<sup>1</sup> Так как наблюдения требуют ежедневного посещения школьного участка, то рационально создать коллектив из 3—4 человек учащихся и установить на летний период дежурства.

Первая система: закладывают 8 делянок (схема 1), одна из которых (№ 1) контрольная, в нее не вносят удобрений, на все остальные делянки удобрения вносят согласно прилагаемой схеме.

С х е м а 1

1	2	3	4	5	6	7	8
О	Н	К	Р	Н,Р	Н,К	Р,К	Н,Р,К

1-я делянка без удобрений, во 2-ю вносят селитру или сульфат аммония, в 3-ю — калий (лучше сульфат калия), в 4-ю делянку вносят суперфосфат или преципитат, в 5-ю — азот и фосфор, в 6-ю — азот (сульфат и нитрат калия), в 7-ю — суперфосфат и хлористый калий и в 8-ю делянку вносят все три элемента: фосфор, азот и калий.

В этой схеме вы имеете только одну контрольную делянку. Опыт будет более показателен, если взять другую схему, где вместо 8 делянок отводят 11 и располагают их согласно схеме 2.

С х е м а 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	Н	Р	0	К	Н,Р	0	Н,К	К,Р	0	Н,Р,К

Как видно из схемы, здесь имеются не одна, а четыре контрольные делянки. При таком расположении достигается более точное исследование, так как контрольные делянки дают возможность лучше изолировать друг от друга делянки с удобрениями.

Делянки, на которые вносят по два удобрения, дают ясное представление о том, каких не хватает элементов в почве, например: делянка 2-я показала посредственное развитие растений, такое же, как и делянка 1-я, несмотря на внесение в нее азота. Каких же элементов не хватает — калия или фосфора? На делянках 3-й и 6-й расте-

ния развиваются лучше, чем на 2-й. Отсюда вывод: в почве не хватает фосфора, и после его внесения растение станет хорошо развиваться.

Если растения на делянках 2, 3-й и 6-й развиваются так же, как и на делянке без удобрения (О), а на делянках 5, 8, 9-й и 11-й — лучше, то можно сделать вывод, что в почве не хватает калия.

Для постановки опыта можно взять огородные или полевые культуры, например: свеклу, помидоры, пшеницу, рожь и другие, но не бобовые, так как последние берут азот из воздуха. Можно поставить, если позволяет место, параллельные опыты — один со знаками, другой со свеклой или какой-либо другой культурой.

Посев следует проводить рядами, согласно агротехническим требованиям. Семена сеются вручную или при помощи маленькой сеялки. Перед посевом почва освобождается от сорняков, корней и корневищ, поверхность выравнивается граблями и в землю вносят различные удобрения, руководствуясь указанными выше схемами (1 или 2).

При внесении удобрений нужно следить за тем, чтобы удобрение не попадало на межу между делянками, а также и на соседние делянки, так как самое незначительное количество удобрений, попавших на делянку, может повлиять на проведение опыта. Удобрения разбрасываются равномерно в следующих количествах: азота 4 г на 1 м<sup>2</sup> или натриевой селитры 20—25 г, фосфора (Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub>) — 3 г на 1 м<sup>2</sup> или чистого суперфосфата 5 г (продажного удобрительного суперфосфата берут в 10 раз больше), преципитата — 5,7 г, калия, в переводе на К<sub>2</sub>О, — 3,6 г или сернокислого калия 6,5 г.

Если у вас имеются иные удобрения, то необходимо количество азота, фосфора и калия перевести по отношению к тем солям, которые будут взяты для опыта.

Вносимые удобрения заделывайте на глубину 12—15 см, затем приступайте к посеву семян. При посеве необходимо следить, чтобы все семена по возможности были заделаны на одну глубину. Удобрения можно вносить в рядки, параллельно ряду семян<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Поступайте следующим образом: проведите узкую борозду и заложите семена. Параллельно этой борозде сделайте другую бороздку не далее 5 см от первой и вложите в нее удобрения.

Дальнейшая работа заключается в прополке, рыхлении, окучивании, поливке и наблюдении за развитием растений.

При уборке урожая корнеплодов очистите их от земли, взвесьте в тот же день урожай с каждой делянки отдельно. Ботву взвесьте отдельно. При сборке злаков отдельно взвесьте солому и зерно. Результаты записывайте в журнал наблюдений и затем установите разницу в количестве полученного урожая, в зависимости от внесения того или другого удобрения. Полученные результаты укажут, каких элементов питания не хватает в почве.

Постановка подобных опытов дает ясное представление о нуждаемости почвы в удобрениях только в том случае, если почва, на которой проводились опыты, однородна, иначе может так случиться, что делянка, куда перед опытом удобрения не вносились, даст лучшие показатели, чем другие делянки.

Полевой опыт показывает недостаток в почве того или другого питательного вещества, но сказать на основании этого опыта, какое количество имеется в почве подвижных фракций удобрений, которые используются растениями на питание,— не представляется возможным. Для этого следует провести лабораторный метод, который поможет определить количество содержащихся в почве подвижных элементов.

Лабораторный метод определения подвижных фракций удобрений в почве.

Определение подвижных фракций удобрений в почве можно проводить в течение всего года. Для этой цели необходимо с осени, пока еще не замерзла земля, взять образцы. Почва берется теми же методами, как было указано выше.

Все работы необходимо строго проецировать согласно нижепомещенной инструкции, в противном случае успех не может быть гарантирован.

Определение в почве подвижной фосфорной кислоты.

В почве может быть достаточное количество фосфорных соединений, но усвоить из них иногда растения могут только очень небольшую часть.

Для количественного определения подвижной фракции фосфорной кислоты используйте метод А. Т. Кирсанова.

Предварительно необходимо провести следующие подготовительные работы:

1) Приготовьте 500 мл 0,2 *n* раствора HCl.

2) Просейте через сито с ячейками в 1 мм в диаметре воздушно-сухую почву и отвесьте три пробы по 5 г.

3) Приготовьте реактив молибденовокислого аммония: в химический стакан емкостью 200 мл налейте 50 мл дистиллированной воды и нагрейте до 80—85°. В горячую воду всыпьте 5 г молибденовокислого аммония и мешайте стеклянной палочкой до тех пор, пока он полностью не растворится, затем фильтруйте его в горячем состоянии, охладите и прибавьте к раствору 100 мл соляной кислоты (уд. вес 1,19) и 50 мл дистиллированной воды. Полученный раствор сохраняйте в темной посуде в темном месте.

Готовый реактив перед употреблением обязательно разбавьте дистиллированной водой в отношении 1:4 (1 часть реактива и 4 части дистиллированной воды).

4) Приготовьте раствор двузамещенного фосфата кальция  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (преципитат). Для этого растворите 0,06 г химически чистого преципитата в 250 мл 0,2 *n* раствора соляной кислоты. В одном мл раствора содержится 0,1 мг  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

5) Из чистого олова приготовьте палочку длиной 5 см и диаметром 5 мм. Для этого в стеклянную абсолютно сухую трубочку диаметром 5 мм осторожно вливайте расплавленное олово. (Трубочку предварительно нужно с одного конца запаять и установить в сосуд с песком.) Во время вливания олова трубочку придерживайте держалкой. Необходимо надеть предохранительные очки. После того как трубочка будет заполнена оловом и остынет, ее разбейте и освободите палочку.

6) Тщательно вымойте и сполосните дистиллированной водой 19 пробирок, перенумеровав их восковым карандашом или наклеив ярлычки от 1 до 19 включительно. Каждую пробирку отградуируйте на 5 мл, для чего воспользуйтесь бюреткой.

7) Установите пробирки в штатив по порядку номеров.

8) Последней подготовительной операцией является изготовление шкалы образцовых растворов дифосфата



кальция. В каждую пробирку налейте соответствующее количество дифосфата кальция, например: в первую 0,1 мл, во вторую 0,2 мл, в третью 0,3 мл и т. д., в последнюю, девятнадцатую, 5 мл (табл. 8) и затем в каждую пробирку долейте 0,2 н раствора HCl до черты (до 5 мл), за исключением девятнадцатой.

Т а б л и ц а 8

№ п/п	Количество образцового раствора, прилитого в пробирки (в мл)	Содержание $P_2O_5$ в пробирках (в мг)	Содержание $P_2O_5$ в 100 г почвы (в мг)	№ п/п	Количество образцового раствора, прилитого в пробирки (в мл)	Содержание $P_2O_5$ в пробирках (в мг)	Содержание $P_2O_5$ в 100 г почвы (в мг)
1	0,1	0,01	0,5	11	1,2	0,12	6,0
2	0,2	0,02	1,0	12	1,5	0,15	7,5
3	0,3	0,03	1,5	13	2,0	0,20	10,0
4	0,4	0,04	2,0	14	2,5	0,25	12,5
5	0,5	0,05	2,5	15	3,0	0,30	15,0
6	0,6	0,06	3,0	16	3,5	0,35	17,5
7	0,7	0,07	3,5	17	4,0	0,40	20,0
8	0,8	0,08	4,0	18	4,5	0,45	22,5
9	0,9	0,09	4,5	19	5,0	0,50	25,0
10	1,0	0,10	5,0				

Затем во все пробирки прилейте по 5 мл готового раствора молибденовокислого аммония и перемешайте оловянной палочкой до синего окрашивания. Палочкой следует размешивать, двигая ее в жидкости сверху вниз в течение 30 секунд. Пробирки закройте корковыми пробками. Получаются эталоны, окрашенные в синий цвет различной интенсивности. Эталоны сохраните для последующих опытов в темном месте.

Когда вы закончите все приготовления, приступайте к проведению самого опыта.

В колбу емкостью 100 мл насыпьте 5 г воздушно-сухой почвы и прилейте 25 мл 0,2 н раствора HCl, затем тщательно в течение одной минуты взбалтывайте содержимое колбы и фильтруйте через бумажный фильтр. 5 мл полученного фильтрата влейте в чистую пробирку и прибавьте в нее 5 мл молибденовокислого аммония. Жидкость в течение 30 секунд размешивайте оловянной палочкой до постоянной голубой окраски, не изменяющейся от дальнейшего размешивания. Окраску полученного раствора сравните с окраской контрольных этало-

нов и установите количество (в миллиграммах) подвижной фосфорной кислоты в 100 г почвы (табл. 8).

Если полученная жидкость будет обладать более интенсивной окраской, чем в контрольном эталоне, содержащем 25 мг  $P_2O_5$  в 100 г почвы, то возьмите 10 мл фильтрата, прибавьте 40 мл 0,2 н раствора HCl и хорошо перемешайте. Из полученного раствора отлейте в чистую пробирку 5 мл и прибавьте 5 мл молибденовокислого аммония, затем перемешайте в течение 30 секунд оловянной палочкой. Сравните окраску с эталоном и сделайте поправку на разбавление.

Если испытуемая жидкость принимает вместо голубой зеленую окраску, это является показателем весьма малого количества фосфора в почве. Предположим, что окраска полученной жидкости совпала с окраской жидкости эталона 15. Это показывает, что в 100 г почвы содержится 15 мг  $P_2O_5$ , а в 1 кг — 0,15 г. Вес пахотного слоя земли 1 га равен 3 000 т. Следовательно, в 1 га почвы содержится 450 кг  $P_2O_5$ .

После того как будет найдено определенное количество фосфорной кислоты, можно будет установить потребность почвы в фосфорном удобрении. Для этого прежде всего необходимо знать, какие будут культивироваться растения на данной почве и какое количество фосфора выносится этим растением в течение вегетационного периода. Таблица 9 показывает, какое количество фос-

Т а б л и ц а 9

Культура	Урожай (в ц с га)	$P_2O_5$ (в кг с га)
Зерновые хлеба . . . . .	15—20	20—25
» . . . . .	25—30	30—40
Картофель . . . . .	300—350	60—70
Сахарная свекла . . . . .	100	15—20
» . . . . .	500	75
Яблоня плодоносящая . . . . .	614,7	17,9
Груша молодая плодоносящая . . . . .	219,6	8,1
Слива молодая плодоносящая . . . . .	98,5	10,2
Персик молодой . . . . .	233,6	20,4
Смородина красная . . . . .	201,0	51,0
» черная . . . . .	73,0	25,0
Крыжовник . . . . .	180,0	40,0
Земляника . . . . .	108,0	34,6

фора выносятся различными растениями в течение года.

Имея данные о количестве подвижного фосфора в почве и количестве выносимого фосфора, можно установить, какое количество удобрений следует вносить в почву.

При внесении удобрений можно руководствоваться следующими данными, указанными в таблице 10.

Т а б л и ц а 10

Количество мг подвижного фосфора $P_2O_5$ в 100 г почвы	Условная степень потребности растений в фосфорных удобрениях
Менее 8	Сильная
От 8 до 20	Средняя
От 20 и выше	Слабая

При сильной и средней потребности почвы в фосфоре нужно не только возместить потерю питательных веществ, но и добавить еще на прибавку ожидаемый урожай и создать некоторый запас питательных веществ. При слабой потребности можно ограничиться только возвратом вынесенных питательных веществ.

Таким образом, опыт по определению подвижной фосфорной кислоты поможет вам выяснить, нуждаются ли растения в фосфоре. Полученные данные являются хорошим материалом для постановки полевого опыта по внесению удобрений. Поэтому очень важно пробы брать с тех участков, где весной будете закладывать полевые опыты.

### Определение подвижного калия в почве.

Возьмите 10 пробирок, тщательно их вымойте, пронумеруйте, отградуируйте по 5 мл каждую и установите в штативе в порядке номеров. В колбу емкостью 200 мл насыпьте 25 г воздушно-сухой почвы и прилейте 50 мл 1 n раствора NaCl. Колбу встряхивайте в течение 5 минут, затем дайте отстояться осадку, после чего фильтруйте. Полученный фильтрат разлейте по пробиркам в количестве, указанном в таблице 11, например, в первую пробирку налейте 5,0 мл, во вторую — 4,0 мл и т. д.

После того как нальете прозрачный фильтрат, в каждую пробирку долейте до черты 1 n раствор NaCl и при-

Т а б л и ц а 11

Номера пробирок	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество миллилитров прозрачного фильтрата . . .	5,0	4,0	3,0	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	00

бавьте по 0,1 г сухого реактива кобальтонитрата натрия, после чего каждую пробирку встряхните. В пробирку 10 вставьте термометр и следите за температурой.

Если в пробирке по прошествии 30 минут появляется осадок или муть, то этот раствор не принимается во внимание. Учитываются только те пробирки, в которых ни осадка, ни мути не наблюдается.

Если при опыте муть и осадок появляются и в 9-й пробирке, то это показывает, что в почве много калия. В таком случае проведите новое исследование. Возьмите 10 г почвы, прилейте 40 мл 1 н раствора NaCl. Раствор разлейте по пробиркам и дальше проделайте те же операции, которые указаны выше. При подсчете количества калия в мг указанные в таблице цифры увеличьте вдвое.

Для быстроты подсчета составлена таблица по методу Пейве, по которой вы можете сразу определить количество  $K_2O$  в 100 г почвы при определенной температуре раствора (таблица 12).

Так, например, в 5-й пробирке не появилось мути и осадка и температура раствора равна 19°; находим соответствующую цифру в таблице 12, она выражается числом 9,5. Это показывает, что в 100 г почвы  $K_2O$  содержится 9,5 мг, а в пахотном слое толщиной 20 см на площади 1 га будет  $9,5 \text{ мг} \cdot 3,10^7 = 285 \text{ кг}$ .

Каждое растение по-разному отзывается на калийное удобрение. Так, например, если в 100 г почвы имеется 9,5 мг  $K_2O$ , то сахарная свекла, картофель потребуют значительного внесения калийных удобрений, если в почве 14—20 мг  $K_2O$ , то потребность в удобрении средняя, а если в 10 г почвы более 20 мг  $K_2O$ , то растение почти не нуждается в калии. Зная количество потребляемого тем или иным растением калия в течение года и наличие имеющейся в почве  $K_2O$ , можно установить, сколько следует внести калия.

Вычисление содержания  $K_2O$  в почве по методу Пейве

t	Содержание $K_2O$ (в мг на 1 л)	Количество мл фильтрата, взятого для определения, при котором не наблюдается выпадения осадка или появления мути								
		5,0	4,0	3,0	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0
		Количество $K_2O$ (в мг на 100 г почвы)								
24	24	4,8	6,0	8,0	9,6	12,0	13,5	15,8	20,0	24,0
23	23	4,6	6,7	7,7	9,2	11,5	12,8	15,2	19,1	23,0
22	22	4,4	5,5	7,3	8,8	11,0	12,2	14,6	18,3	22,0
21	21	4,2	5,25	7,0	8,4	10,5	11,6	14,0	17,5	21,0
20	20	4,0	5,0	6,7	8,0	10,0	11,1	13,3	16,7	20,0
19	19	3,8	4,75	6,3	7,6	9,5	10,5	12,6	15,8	19,0
18	18	3,6	4,5	6,0	7,2	9,0	10,0	12,0	15,0	18,0
17	17	3,4	4,25	5,66	6,7	8,5	9,4	11,3	14,4	17,0
16	16	3,2	4,0	5,3	6,4	8,0	8,9	10,7	13,3	16,0
15	15	3,0	3,7	5,0	6,0	7,5	8,3	10,0	12,5	15,0
14	14	2,8	3,5	4,7	5,6	7,0	7,8	9,3	11,7	14,0
13	13	2,6	3,25	4,3	5,2	6,5	7,2	8,6	10,8	13,0
12	12	2,4	3,0	4,0	4,8	6,0	6,7	8,0	10,0	12,0

Приводим таблицу 13, указывающую потребление калия различными культурами.

Как видно из таблиц 6, 7, 9 и 13, потребность у растений в калии много больше, чем в азоте и фосфоре. Следует заметить, что картофель и свекла выносят с гектара в 3 — 4 раза больше калия, чем зерновые хлеба.

В плодовом саду калий играет огромную роль в особенностях для таких культур, как земляника, крыжовник.

### Определение в почве азота.

Растения потребляют минеральный азот, который является в почве в результате действия нитрофицирующих бактерий. Накопление в почве азота зависит от многих причин: влажности, аэрации, температуры, т. е. тех условий, в которых хорошо развиваются бактерии.

Нахождение азота в почве представляет некоторые трудности, так как он является весьма подвижным элементом. Азот накапливается в земле в результате ассимиляции бактериями азота воздуха, а также постоянного распада органических веществ, находящихся в почве.

Культура	Урожай (в ц с га)	Примерный вынос калия (K <sub>2</sub> O) (в кг с га)
Зерновые хлеба . . . . .	15—20 (зерно)	40—60
	25—30 »	60—90
Лен . . . . .	20—30 (солома)	25—40
	40—60 »	50—80
Клевер . . . . .	20—30 (сено)	40—50
	50—60 »	60—90
Картофель . . . . .	200—260 (клубни)	140—230
	300—350 »	200—320
Сахарная свекла . . . . .	200—250 (корни)	150—200
	400—500 »	250—400
	600—700 »	350—550
Яблоня плодоносящая . . .	614,7	71,5
Груша молодая плодонося- щая . . . . .	219,6	37,8
Слива молодая плодонося- щая . . . . .	98,5	43,5
Айва плодоносящая . . . .	209,6	64,8
Земляника . . . . .	108,0	184,4
Смородина красная . . . .	201,0	82,0
» черная . . . . .	73,0	34,0
Крыжовник . . . . .	180,0	123,0

Существует несколько методов определения азота в почве. Наиболее для вас приемлемым является метод проф. И. В. Тюрина. Этот метод удобен тем, что он позволяет находить в почве не только минеральный, но и органический азот.

Для постановки опыта проведите некоторые подготовительные работы:

1) Приготовьте 100 мл 1,5 н раствора и 100 мл 0,2 н раствора серной кислоты.

2) Определите влажность испытуемой почвы, так как подсчет азота ведется на абсолютно сухую почву (см. стр. 62).

3) Приготовьте 20-процентный раствор двухромово-кислого калия и 20 мл 50-процентного раствора едкого натра.

Когда все будет готово, приступайте к проведению опыта: 20 г воздушно-сухой почвы поместите в колбу емкостью 300 мл и прилейте 100 мл 1,5 н раствора серной кислоты. Содержимое колбы встряхивайте в продолжение трех минут и оставьте стоять 18 часов. На следую-

шие сутки жидкость фильтруйте через обыкновенный фильтр, затем 50 мл фильтрата влейте в коническую колбу емкостью 200 мл и прибавьте 5 г смеси металлов (цинка 4,5 г и железа 0,5 г), нагрейте содержимое колбы до кипения, по охлаждении жидкости прибавьте 5 мл серной кислоты (уд. вес 1,84).

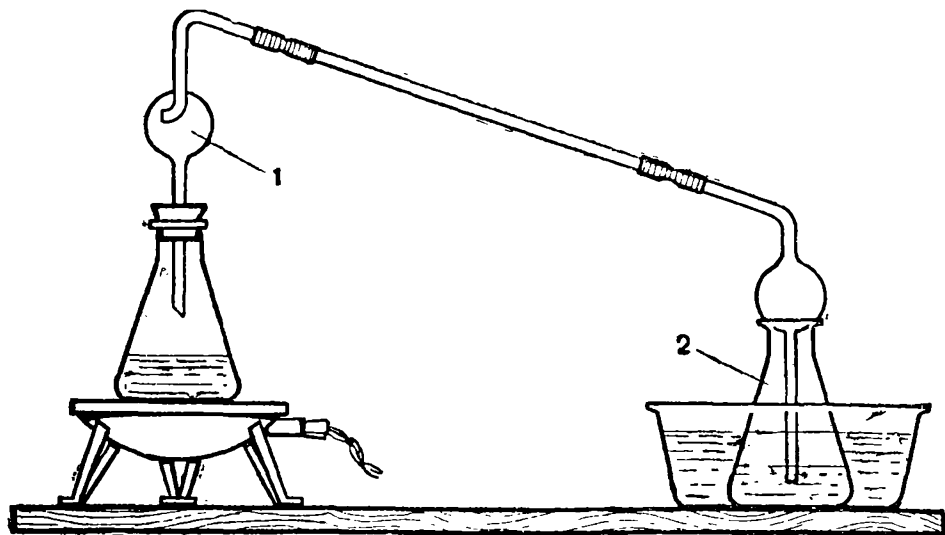


Рис. 12. Прибор для определения подвижного азота в почве:

1 — каплеуловитель; 2 — сборник.

Жидкость на слабом огне нагревайте до появления белых паров, содержащих  $\text{SO}_2$ , при этом жидкость сильно бурлит. (Работу проводите под тягой или при открытых окнах.) К полученной жидкости прибавьте 20 мл 20-процентного раствора двуххромовокислого калия. В горло колбы вставьте без пробки маленькую воронку и энергично кипятите в течение 10 минут до полного позеленения жидкости.

Когда жидкость в колбе остынет, перелейте ее в колбу Кьельдаля (рис. 12) емкостью 300—500 мл, смывайте со стенок колбы жидкость дистиллированной водой до тех пор, пока общее количество жидкости в колбе не достигнет 100—120 мл. Одновременно в химический стакан емкостью 250—300 мл налейте 15 мл 0,02 *n* раствора серной кислоты, прибавьте 5 капель индикатора — конго красное<sup>1</sup>.

Этот стакан служит приемником для аммиака.

<sup>1</sup> 0,5 г конго красное растворите в 90 мл дистиллированной воды и к раствору добавьте 10 мл 96° этилового спирта (ректификата).

В колбу Кьельдаля прилейте 20 мл 50-процентного раствора едкого натра, опустите в нее кусочек цинка для равномерного кипения. К колбе быстро присоедините каплеуловитель, который соедините со стеклянной трубкой, опущенной в приемник (коническую колбу или стакан с 15 мл раствора 0,02 н серной кислоты). Колбу Кьельдаля нагревайте в течение часа, отгоняя аммиак. Часть серной кислоты связывает аммиак. Чтобы узнать, какое количество серной кислоты пошло на улавливание аммиака, оставшуюся кислоту титруйте 0,02 н раствором едкого натра. Перед тем как улавливать аммиак, содержимое приемника необходимо прокипятить для удаления углекислоты.

Титрование покажет количество свободной кислоты. Вычтите эту величину из общего количества взятой серной кислоты, определите, сколько ушло кислоты на связывание аммиака.

Принимая во внимание, что 1 мл 0,02 н раствора серной кислоты соответствует 0,28 мг азота, вы можете установить, сколько азота содержится в 100 г почвы. Содержание азота в почве вы можете высчитать по формуле

$$\frac{A - B \cdot 0,00028 \cdot 100}{C} = \% \text{ азота в почве,}$$

где *A* — количество мл 0,02 н раствора серной кислоты, взятой для связывания аммиака,

*B* — количество мл едкого натра, пошедшего на титрование оставшейся свободной кислоты,

*C* — навеска почвы в граммах,

0,00028 — количество азота в граммах, соответствующее 1 мл 0,02 н раствора кислоты.

Для того чтобы пересчитать содержание азота на абсолютно сухую почву, необходимо найденную величину *x* умножить на 100 и разделить на 100 *y*, где *y* является процентом влажности испытуемой почвы.

Для выяснения потребности почвы в азоте рассмотрите таблицу 14.

Зная, таким образом, наличие азота в почве и потребность в нем растений, можно рассчитать, какое количество удобрений следует вносить в почву.



Т а б л и ц а 14

(по Тюрину)

Количество гидролизуемого азота (в мг на 100 г почвы)	Условная отзывчивость растений на азотные удобрения
До 4,0—4,5	Сильная
От 4,0—4,5 до 6,0	Средняя
Больше 6,0	Слабая

Чтобы получить наибольший урожай, необходимо применять как навозное и торфяное<sup>1</sup>, так и полное минеральное удобрение. Внося только навоз или торф, вы обогащаете почву азотом. Калий и фосфор, хотя и содержатся в навозе, но не в таком количестве, чтобы полностью удовлетворить потребности растений. Навоз обогащает почву микроорганизмами и создает благоприятные условия для накопления питательных веществ. Минеральные удобрения доставляют растениям питательные вещества в период наибольшей в них потребности. Использование одних только минеральных удобрений ведет к подкислению почвы, к уменьшению гумуса и, если не применять своевременно кальций, к обесструктуриванию почвы. При совместном применении минеральных и органических удобрений урожай сильно повышается.

**Почвенные, водные и песчаные культуры.**

Почвенные, водные и песчаные культуры дают возможность исследователю изучить жизнь и развитие растений. Они помогают выяснить наиболее эффективные виды удобрений, дозировки их для каждого вида растений, световые и температурные условия развития растений и т. д. Словом, дают возможность изучить те условия, при которых растения достигают наилучшего развития.

Водные, почвенные и песчаные культуры можно ставить в любое время года, причем в период времени с октября по март требуется дополнительное электрическое освещение.

<sup>1</sup> Торф является хорошим удобрением, причем нужно различать низинный торф, который в большинстве случаев является слабо кислым или нейтральным, и верховой торф, который имеет кислую реакцию и требует известкования.

## Почвенные культуры.

Почвенные культуры можно помещать в стеклянных или глиняных сосудах емкостью от 1 до 5 л, в зависимости от характера растений и поставленных задач исследования. Сосуды должны быть по возможности одинаковой емкости и веса. Если вес сосудов неодинаков, то их следует уравновесить при помощи битого стекла.

В зависимости от цели опыта возьмите соответствующее количество сосудов, тщательно их вымойте, на дно насыпьте битое стекло с наклоном под углом 30°. Битым стеклом покройте до  $\frac{2}{3}$  поверхности дна сосуда (рис. 13). Сверху стекло накройте марлей, чтобы почва с ним не смешивалась. Сбоку вставьте стеклянную трубку для полива водой снизу. Трубка должна доходить до дна сосуда. Сверху на марлю насыпьте почву, предварительно просеянную через сито с ячейками в 3 мм и проверенную на кислотность.

Необходимо заранее знать, с какой почвой имеешь дело: какова ее структура, состав, кислотность, влагоемкость. От этого во многом будут зависеть результаты опытов.

Почву смешивайте с теми удобрениями, действие которых хотите испытать на ваших растениях.

Приготовленной почвой заполните сосуды. Ставьте опыты с одним видом растений в нескольких вариантах, например с калием, фосфором, медью, марганцем, известью и т. д.

Для правильной постановки опытов необходимо вносить в почву, помимо тех удобрений, которые подвергаются исследованию, и другие, например при исследовании действия калия на те или иные растения необходимо вносить азотные и фосфорные удобрения, которые не изменяли бы почву. К таким фосфорным удобрениям нужно отнести преципитат, а к азотным — смесь кальциевой и аммиачной селитры. При внесении извести в кислые почвы необходимо добавить буру или борную кислоту в количестве 1 мг на 1 кг почвы.

Количество удобрений, которое необходимо вносить в почву, зависит во многом от культуры выращиваемого растения, как известно, потребность в питательных веществах у различных видов растений неодинакова, в чем вы убедились из таблиц 6, 7, 9 и 13.

Для целого ряда растений можно рекомендовать приблизительные количества удобрений, например: фосфора ( $P_2O_5$ ) в пределах 0,06 г—0,03 г, калия ( $K_2O$ ) 0,16 г—0,1 г, азота (N) 0,12 г—0,1 г на 1 кг почвы. Микроудобрения вносятся или в сухом виде в количествах, указанных ниже (см. смесь Гельригеля), или в виде внекорневого питания опрыскиванием 0,02—0,03-процентным ра-

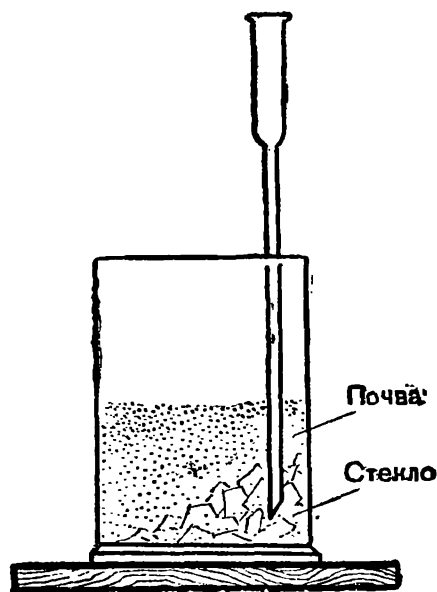


Рис. 13.

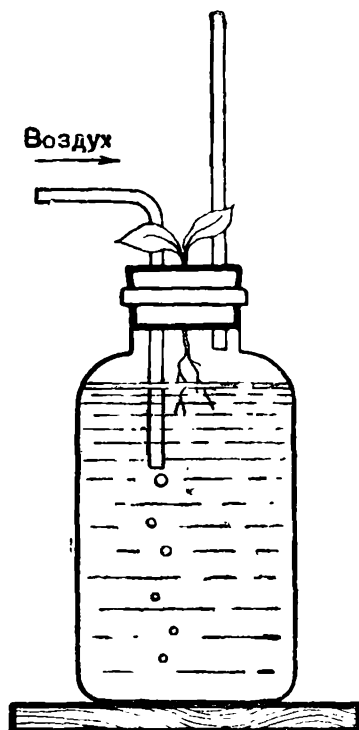


Рис. 14.  
Сосуд для водных культур с молодым растением.

створом сернокислого марганца, борной кислоты, сернокислой меди и т. п.

Когда почва насыпана в сосуды, полейте ее через трубку водой и в дальнейшем все время поддерживайте влажность.

При поливке сверху следите, чтобы не размывало почву, на нее сверху насыпьте слой песка толщиной 1 см.

Стеклянные сосуды необходимо закрыть футляром из картона или плотной бумаги. На футляры наклейте этикетки с обозначением названия посаженного вами расте-

ния, вида и количества внесенного удобрения, время внесения удобрения и время посадки растений, объем земли и т. д.

После постановки опыта наблюдайте ежедневно и записывайте о всех происшедших изменениях в жизни растения.

### Водные культуры.

Для проведения опытов необходимо взять стеклянные сосуды емкостью 1—3—5 литров, в зависимости от выращиваемых растений.

При постановке опытов с водными культурами необходимо предварительно прорастить семена в опилках или на фильтровальной бумаге. Когда семена наклюнутся, их перенесите на сетку, которой покройте широкий сосуд с питательным раствором, сетка должна почти соприкасаться с раствором солей. Сверху проросшие семена покройте влажной фильтровальной бумагой.

В таком виде семена держите несколько дней до тех пор, пока не отрастут корешки 4—5 см длиной, после чего их закрепите в пробке банки при помощи ваты с таким расчетом, чтобы корешок растения касался раствора.

Стеклянные банки тщательно вымойте, сполосните дистиллированной водой и закройте корковой пробкой или деревянной крышкой с тремя отверстиями, в одно из которых вставьте стеклянную изогнутую под прямым углом трубку для вдувания воздуха, в другое—стеклянную палочку для поддержания растения и третье отверстие оставьте для проросшего семени (рис. 14).

Чтобы избежать появления микрорастений, которые хорошо развиваются на свету, банки закройте картонными или матерчатыми чехлами из белой ткани снаружи и черной внутри. На них наклейте этикетки с обозначением названия растения, количества и времени внесения удобрений.

Питательный раствор готовится на дистиллированной воде. Чтобы приготовить питательный раствор, нужно составить смесь из нескольких удобрений.

В практике лабораторных исследований применяются смеси Гельригеля, Кнопа, Белоусова и другие.

Смесь Гельригеля. Эта смесь часто применяется как для водных, так и для песчаных культур. В состав смеси входят: 4—6-процентный раствор  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,

3-процентный  $MgSO_4$ , 1—2-процентный  $KH_2PO_4$ , 3-процентный раствор  $KCl$ , 3-процентный раствор  $FeCl_3$ . Кроме того, в смесь добавляют 2—4 мг лимоннокислого железа (эту соль прибавляют несколько раз во время роста растения). Недостатком этой смеси является значительная кислотность ( $pH = 4$ ). Если же заменить однозамещенный фосфат калия двухзамещенным, имеющим щелочную реакцию, то кислотность можно довести до  $pH = 5—6$ . В смесь Гельригеля необходимо добавить микроудобрения — буру или борную кислоту—0,25—0,5 мг на 1 л жидкости, сернокислый марганец—0,25 мг, медный купорос—0,1 мг, цинковый купорос—0,1 мг. Микроудобрения вносятся в 2—3 приема.

Может быть применен и другой состав смеси Гельригеля несколько большей концентрации.

Т а б л и ц а 15

Состав смеси	На 1 литр воды	
	в г	в мг-экв
$Ca(NO_3)_2$ (безводная) . . .	0,492	6
$KH_2PO_4$ . . . . .	0,136	1
$MgSO_4$ (безводная) . . . .	0,060	1
$KCl$ . . . . .	0,075	1
$FeCl_3$ . . . . .	0,025	около $1/2$

Существуют и другие смеси, например смесь Кнопа.

Т а б л и ц а 16

Состав смеси	На 1 л (в г)
$Ca(NO_3)_2$ (безводная) . . .	1,0
$KH_2PO_4$ . . . . .	0,25
$MgSO_4$ (безводная) . . . .	0,25
$KCl$ . . . . .	0,12
$FeCl_3$ . . . . .	Следы

Микроэлементы добавляются в тех же количествах, как и для смеси Гельригеля.

Остановимся еще на одной смеси Белоусова М. А., следующего состава:

Т а б л и ц а 17

Состав смеси	На 1 л воды (в г)
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (безводная) . . . . .	1,11
$\text{KH}_2\text{PO}_4$ . . . . .	0,36
$\text{K}_2\text{HPO}_4$ . . . . .	0,43
$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (5-процентный раствор) .	0,01
$\text{MgSO}_4$ (безводная) . . . . .	0,54
$\text{NaCl}$ . . . . .	0,10
$\text{H}_3\text{BO}_3$ . . . . .	0,005

После того как вы приготовите питательные растворы и нальете их в сосуды, последние закройте пробками с вставленными в них растениями. Банки с растениями установите ближе к свету, но избегайте прямых солнечных лучей. В осенне-зимние периоды можете создавать искусственное освещение с помощью электроламп. Все наблюдения записывайте в хронологическом порядке в особую тетрадь.

При правильной постановке опытов можете добиться не только цветения растения, но и полного созревания плодов.

При длительной постановке опыта питательный раствор необходимо менять каждый месяц, а для получения плодов помидоров, ягод, перца и др. после цветения и искусственного опыления раствор меняйте каждые две недели.

### Песчаные культуры.

Кроме опытов с почвенными и водными культурами, вы можете выращивать растения в песке. Для этого необходимо иметь чистый кварцевый (белый) песок без примеси железа. Песок хорошо промойте сначала в водопроводной, а затем в дистиллированной воде и высушите.

Приготовьте для опыта сосуды, как было указано выше для почвенных культур.

Для питания растений могут быть использованы смеси Гельригеля или Кнопа, а также специальная смесь для песчаных культур, составленная Д. Н. Прянишниковым.

В эту смесь также нужно добавить микроэлементы в тех же пропорциях, как и для водных культур. Смесь

Т а б л и ц а 18

Состав смеси	На 1 л воды (в г)
$\text{NH}_4\text{NO}_3$ . . . . .	0,24
$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	0,172
$\text{MgSO}_4$ (безводная) . . . . .	0,6
$\text{KCl}$ . . . . .	0,16
$\text{NaCl}$ . . . . .	0,025
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . . . . .	0,344

Прянишникова имеет реакцию  $\text{pH} = 5,5—5,0$ , поэтому, если сажаемое вами растение не переносит слабокислые реакции, замените двухзамещенный фосфат кальция трехзамещенным фосфатом кальция.

Сухой песок, взятый в нужном количестве, хорошо смешайте с двухзамещенным или трехзамещенным фосфатом кальция и высыпьте в сосуды.

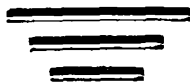
Другие соли смеси Прянишникова растворите в дистиллированной воде и полейте песок.

Когда все подготовительные работы будут окончены, начинайте сажать проращенные вами растения. Растения закрепите в песке и сосуды покройте стеклом, чтобы не так быстро высыхал песок.

Песок должен быть все время влажным, поэтому его нужно поливать дистиллированной или дождевой, хорошо прокипяченной водой. При продолжительном выращивании растений, через каждый месяц, песок поливайте раствором смеси Прянишникова.

Вы кратко ознакомились как теоретически, так и практически с вопросами агрохимии и почвоведения, поэтому можете самостоятельно выращивать растения на школьном земельном участке, в уголке живой природы, у себя в саду, на огороде, в комнатах.

Помните, что, применяя агротехнику и агрохимию, вы можете достигнуть хороших результатов.



---

## *Глава IV*

### МЕТАЛЛЫ

В описанных ниже работах вы ознакомитесь с некоторыми способами определения металлов и защиты их от коррозии.

#### 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТАЛЛОВ ПРИ ПОМОЩИ ПАЯЛЬНОЙ ТРУБКИ

Определение металлов при помощи паяльной трубки можно провести следующими методами: 1) определение по налету на угле; 2) получение корольков металла; 3) получение «перла»; 4) по окраске пламени парами металла.

Вам известно, что пламя свечи состоит из трех конусов: а) внутреннего—холодного и бесцветного; б) среднего — горячего и самого яркого и в) наружного — бледно-фиолетового с максимальной температурой. Эта часть пламени является окислительной, внутреннее пламя — восстановительное. Внося в пламя горелки паяльную трубку одним концом и вдувая в другой конец воздух, вы повысите температуру пламени до  $1100^{\circ}$ .

Удачный результат в работе во многом зависит от умения пользоваться паяльной трубкой. Вам необходимо некоторое время поупражняться в работе с паяльной трубкой. Для этого конец паяльной трубки введите в пламя горелки, захватите в рот как можно больше воздуха, раздувая щеки, подобно меху, постепенно выпускайте воздух. Если слышно потрескивание пламени или виден разрыв темного конуса, дутье следует ослабить.



Для получения окислительного пламени кончик паяльной трубки введите в светящийся конус. При вдувании воздуха пламя отклоняется в сторону, образуя бледно-синий язычок (рис. 15), наружный слой которого действует окис-

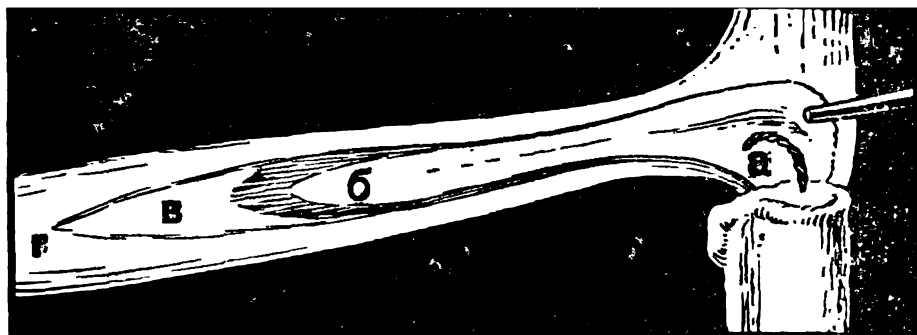


Рис. 15. Получение окислительного пламени:

*а* — место испарения (при окрашивании пламени); *б* — место плавления (наивысшая температура); *в* — место горячего окисления (окисление перлов); *г* — место обжига (получение налетов),

ляющим образом. Для получения восстановительного пламени кончик паяльной трубки едва касается светящегося конуса (рис. 16). Появление желтых язычков в пламени указывает на неправильное положение паяльной трубки.

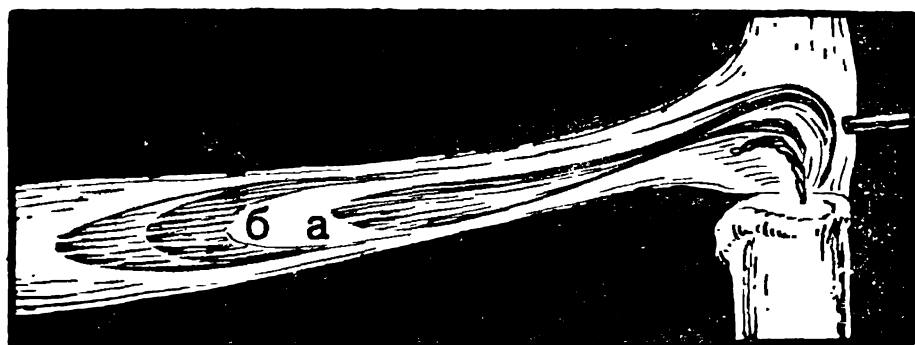


Рис. 16. Получение восстановительного пламени:

*а* — место восстановления; *б* — место холодного восстановления перлов.

Для определения металлов по цветному налету используйте древесный уголь, для чего возьмите хорошо пережженный (не сучковатый) брусок угля длиной 12 см, шири-

ной 5 см и толщиной 3 см. Посередине угля сделайте небольшое углубление до 0,5 см в диаметре, в которое поместите порошок или мелкораздробленные кусочки испытуемого вещества. Брусок угля держите под легким наклоном вверх. Восстановительное пламя должно касаться испытуемого вещества.

На угле начинают образовываться налеты, по которым вы определите наличие того или другого металла. (Не допускайте, чтобы окислительное пламя касалось налетов, так как оно может их согнать.) Полученные налеты имеют иногда различную окраску в холодном и горячем состоянии, например налет цинка в горячем состоянии желтый, в холодном — белый.

Для определения металлов по налету используйте таблицу 19.

Т а б л и ц а 19<sup>1</sup>

Цвет налета	Свойства налета	Определение
Лимонно-желтый, по краям белый, голубоватый	Широким кольцом ложится вокруг пробы. Сгоняется пламенем	Свинец
Серовато-белый	Ложится далеко от пробы, распространяется чесночный запах	Мышьяк
Белый, голубоватый по краям	Плотный мучнистый налет около места нагрева, легко сгоняется окислительным пламенем. Восстановительным пламенем окрашивается в бледно-зеленый цвет	Сурьма
Желтый в горячем состоянии и белый в холодном	Садится вокруг ямки. При накаливании светится, не сгоняется окислительным пламенем	Цинк
Оранжевый в горячем состоянии и оранжево-желтый с белыми краями в холодном	Легко сгоняется восстановительным и окислительным пламенем	Висмут

Но не все металлы дают налет на угле, например медь, серебро и другие металлы налетов не дают.

Кроме получения налетов на угле, можете использовать паяльную трубку для получения небольших оплав-

<sup>1</sup> Таблицы взяты из книги: А. А. Яковлев, В мире камня, Детгиз, 1951.

Цвет королька	Налет на угле	Ковкость	Определение	Примечание
Медно-красный	Налета не дает	Ковкий	Медь	Требуется продолжительное непрерывное дутье. Королек получается трудно, чаще спекшаяся губчатая красноватая масса. При смачивании капелькой соляной кислоты окрашивается пламя в голубой цвет
В горячем состоянии серебряно-белый, в холодном — тускло-серый	Лимонно-желтый, по краям белый	Ковкий, режется ножом	Свинец	Выплавляется легко
Серебристый, блестящий, при охлаждении сохраняет свой блеск	Налета не дает	Ковкий, но тверже свинца	Серебро	Выплавляется легко. Присутствие серы (шлак испытывается на монете), мышьяка, сурьмы требует предварительного обжига
Серебряно-белый	Оранжево-желтый, летучий	Хрупкий в изломе, под лупой кристаллический	Висмут	
Светло-свинцово-серый	Белый, плотный, мучнистый, летучий	Хрупкий в изломе, под лупой кристаллический	Сурьма	В нагретом состоянии королек свелется и выделяет белый дым. Для испытания предварительно смешивают 2 части соды, 1 часть порошка угля и 1 часть минерала
Оловянно-белый	Слабый белый налет около пробы	Ковкий, но тверже свинца	Олово	Очень маленькие корольки

ленных кусочков металла, называемых корольками, и для получения так называемых перлов (маленькие стеклышки).

Для получения корольков испытуемое вещество смешайте с содой (1 часть испытуемого вещества и 3 части соды). Немного смеси на кончике перочинного ножа поместите в ямку угля, туда же добавьте каплю воды и направьте струю восстановительного пламени, пока не по-



Рис. 17. Палочка с петелькой для взятия проб.

явится небольшой блестящий металлический шарик королек. Королек исследуйте в горячем состоянии на ковкость, по налету на угле, по цвету.

Для определения металлических корольков используйте таблицу 20.

Рассмотрим третий метод определения металлов паяльной трубкой при помощи перлов.

Для получения «перлов» требуется платиновая проволочка, но ее может заменить проволочка из платинита (из электрических ламп), вольфрамовая или никелевая.

Платиновую или какую-либо другую из указанных выше проволок длиной 5—7 см впаяйте одним концом (на 0,5 см) в стеклянную палочку длиной 15 см.

На конце проволочки сделайте небольшую петельку (рис. 17) диаметром 2—3 мм и внесите ее в окислительное пламя. После нагревания петельку проволоки опустите в буру ( $\text{Na}_3\text{BO}_3$ ), последняя пристает к проволочке. Проволочку вместе с бурой внесите в окислительное пламя. Сначала бура вспучивается, а затем спокойно плавится, образуя перл. Буры нужно взять столько, чтобы она полностью заполнила отверстие петельки.

Горячим перлом коснитесь порошка испытуемого вещества, например минерала или соли, и вновь внесите в окислительное пламя. Нагревать перл всегда нужно в одном пламени: или окислительном, или восстановительном.

По окраске полученного перла судите о наличии того или иного металла.

Для ориентировки определения металлов при помощи перла буры вы можете использовать таблицу 21.

Таблица 21

Окислительное пламя		Восстановительное пламя		Определение
горячее состояние	холодное состояние	горячее состояние	холодное состояние	
Зеленый	Голубой (синий)	Бледно-зеленый (зеленый)	Красный (не прозрачный)	Медь
Желтый (оранжево-желтый)	Почти бесцветный (желтый)	Бледно-зеленый (бу-тыльно-зеленый)	Почти бесцветный (бледно-зеленый)	Железо
Буровато-фиолетовый	Красновато-фиолетовый	Бесцветный	Бесцветный	Марганец
Желтый	Желто-зеленый	Изумрудно-зеленый	Зеленый	Хром
Бледно-желтый Синий Фиолетовый	Бесцветный Синий Красно-бурый	Бурый Синий Серый	Мутно-бурый Синий Серый	Молибден Кобальт Никель
Буровато-фиолетовый	Красно-фиолетовый	Грязно-зеленый	Зеленый	Железо с марганцем
Зеленый	Синий	Зеленовато-синий	Синий	Железо с кобальтом
Бледно-желтый	Бесцветный	Сероватый	Буровато-фиолетовый	Титан
Красновато-фиолетовый Желтый	Красновато-фиолетовый Бесцветный	Зеленый	Синий	Железо с марганцем и кобальтом
		Бледно-зеленый	Бесцветный	Уран

Четвертый метод дает возможность определить металлы при помощи паяльной трубки по цвету пламени паров металла.

Возьмите проволочку, смочите ее в растворе соляной кислоты, а затем введите в окислительное пламя. Снова опустите проволочку в соляную кислоту и только после этого поместите на петельку кусочек испытуемого вещества, а затем внесите его в пламя. Если же испытуемое вещество растворяется в воде, то внесите проволочку в концентрированный раствор испытуемого вещества, а затем внесите опять в пламя. Наблюдайте за окрашиванием пламени парами металла.

Для определения наличия того или иного металла в испытуемом веществе по окраске пламени используйте таблицу 22.

Т а б л и ц а 22

Окраска пламени	Определение	Примечание
Изумрудно-зеленая	Медь	Без смачивания соляной кислотой
Лазурно-голубая	Медь	При смачивании соляной кислотой
Оранжево-красная	Кальций	Через зеленое стекло—зеленая (отличие от лития), через синее стекло — зеленовато-желтая
Желтовато-зеленая Интенсивно-желтая	Барий Натрий	Очень стойкая окраска, мешающая другим определениям, невидимая через синее стекло
Малиновая	Стронций	Через зеленое стекло—светло-желтая, через синее — невидима
Карминно-красная	Литий	Невидима через зеленое и синее стекло
Бледно-фиолетовая	Калий	Через синее стекло кажется пурпурно-красной <sup>1</sup>
Бледно-голубовато-зеленая	Фосфор	Через синее стекло — ярко-зеленая
Голубовато-зеленая	Цинк	Наблюдаются вспышки в наружной части пламени
Бледно-голубая Бледно-лазурная	Мышьяк Свинец	Чувствуется запах чеснока Зеленый оттенок по краям пламени

<sup>1</sup> Присутствие натрия вносит значительное изменение окраски, поэтому лучше пользоваться двойным синим стеклом,

Таким образом, применяя тот или иной метод, вы можете определить с помощью паяльной трубки наличие металлов в испытуемом веществе. Если в школе нет гото-

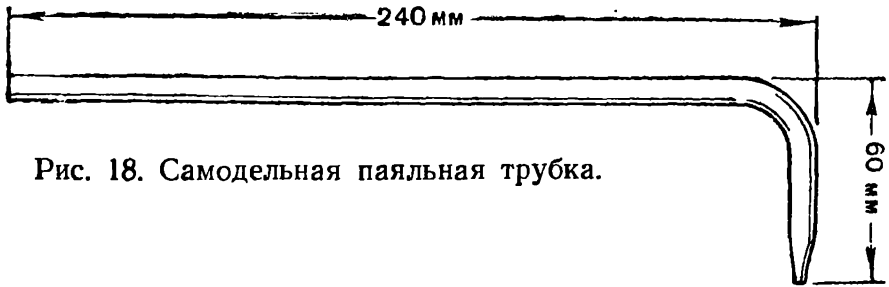


Рис. 18. Самодельная паяльная трубка.

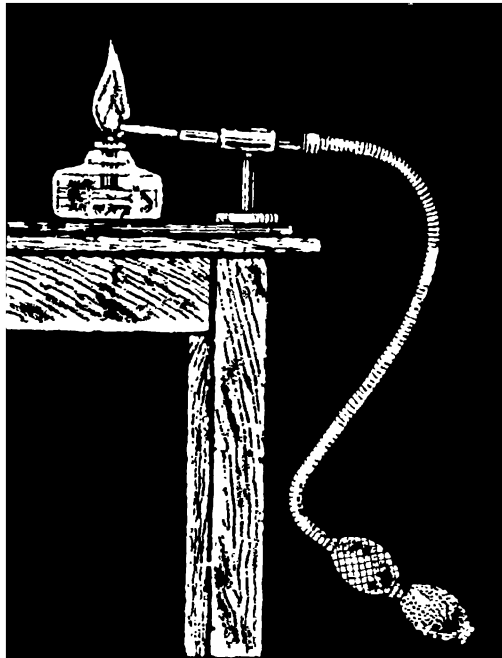


Рис. 19. Механизация дутья при работе с паяльной трубкой.

вой паяльной трубки, то вы можете ее сделать из обыкновенной стеклянной трубки, для этого отрежьте кусок стеклянной трубки диаметром 5 мм и длиной 30 см, оттяните один ее конец с таким расчетом, чтобы осталось не менее 22—25 см. Оттянутый конец загните на 5—6 см (рис. 18). Противоположный конец трубки оплавьте. Вы можете механизировать дутье, введя в процесс работы резиновый баллон (грушу) (рис. 19).

## 2. ГАЛЬВАНОСТЕГИЯ

Для предохранения от коррозии применяется гальваническое покрытие металла (никелирование, омеднение, хромирование, свинцование и т. д.), или гальваностегия.

Гальваностегия требует тщательной подготовки металла: очистку его поверхности от жира, грязи, ржавчины и т. п. Поэтому, прежде чем вы приступите к никелированию или омеднению, сделайте ряд процедур, способствующих подготовке металла к гальваническому покрытию.

Существует пять отдельных операций) подготовки металла: 1) удаление органических веществ; 2) удаление окисей и минеральных веществ; 3) предварительная протрава, 4) придание блеска или матовости; 5) амальгамирование ртутью.

Вы можете применить 3-й и 5-й процессы, но результаты не всегда бывают удовлетворительные, поэтому лучше проводите все процедуры.

Для удаления жировых и других органических веществ предметы, подлежащие гальваническому покрытию, прокалите на сильном огне до красного каления. Если же вещи от накаливания могут испортиться, то прокипятите их в течение 5—10 минут в 10-процентном растворе едкого кали. После кипячения предметы хорошо сполосните сначала горячей, а затем холодной водой.

При прокаливании и кипячении медных предметов поверхность их покрывается окисью меди, которую смойте в воде и затем погрузите в 5-процентный раствор чистой серной кислоты. В этом растворе вещь должна находиться до тех пор, пока вся окись меди не растворится и поверхность предмета примет красивый розово-красный оттенок. После этого предмет хорошо промойте в чистой воде и перенесите в предварительную протраву, состоящую из 100 г азотной кислоты, 1 г поваренной соли и 1 г голландской сажи. В этой протраве предмет держите несколько секунд, затем быстро промойте водой и тотчас же погрузите в протраву для придания блеска или матовости.

Состав протравы для блестящей поверхности приготовьте заранее по следующему рецепту: 100 г серной кислоты (уд. вес 1,84), 100 г азотной кислоты (уд. вес 1,4) и 1 г поваренной соли. В этом растворе предмет оставьте на несколько секунд и затем хорошо и быстро промойте в воде.



Для получения матовой поверхности предмет опустите в другой раствор, состоящий из 200 г азотной кислоты, 100 г серной кислоты, 2 г поваренной соли и 5 г медного купороса. В этом растворе предмет оставьте 10—20 минут. Процесс наведения глянца или матовости не обязателен для тех предметов, которые не требуют тщательной обработки. Следующей операцией является амальгамирование, т. е. покрытие поверхности предмета ртутью. Для этой цели в 100 мл воды растворите 1 г азотнокислой ртути. Раствор принимает мутный вид. В этот раствор, все время размешивая, приливайте по каплям серную кислоту (уд. вес 1,84) до тех пор, пока жидкость не станет совершенно прозрачной (на это потребуется немного более 1 мл серной кислоты). Можно использовать и разбавленную кислоту, но ее потребуется больше.

В приготовленный раствор опустите предмет, подлежащий никелированию, на несколько секунд, пока поверхность не покроется белым блестящим налетом ртути<sup>1</sup>. Если образуется ровный однообразный слой ртути, то это показывает, что все предыдущие процессы были проведены правильно.

После амальгамирования предметы промойте и перенесите в гальваническую ванну.

Весь процесс подготовки проводите быстро, не оставляя предметы на воздухе более нескольких секунд, только при этих условиях можете достигнуть блестящих результатов.

**О ч и с т к а с т а л и и ж е л е з а.** Железные предметы вместо прокаливания полируйте, потом кипятите в течение нескольких минут в растворе (10 г КОН или  $K_2CO_3$  и 100 мл воды), после чего суконкой или щеткой натирайте самым мелким порошком наждака или порошком пемзы, затем погрузите на несколько минут в 10-процентный раствор серной кислоты.

Закаленные предметы вместо кипячения можно очищать холодным способом—при помощи суконки или щетки, смачиваемой в известковом растворе, который получается при смешивании 10 г негашеной извести и 60—80 мл воды. Остальные операции подготовки те же, что и для меди.

**Н и к е л и р о в а н и е.** Предметы, подлежащие никелированию, готовят в общем порядке. Медь, ла-

---

<sup>1</sup> Опускать и вынимать предметы из раствора ртутной соли следует только пинцетом или щипцами.

тунь, свинец и олово никелируются непосредственно. Чугун, сталь и железо можно никелировать непосредственно, но результаты получаются хуже. Их нужно предварительно покрыть медью гальваническим путем или простым погружением в раствор, состоящий из 500 мл воды, 10 г медного купороса и 10 г серной кислоты (уд. вес 1,84).

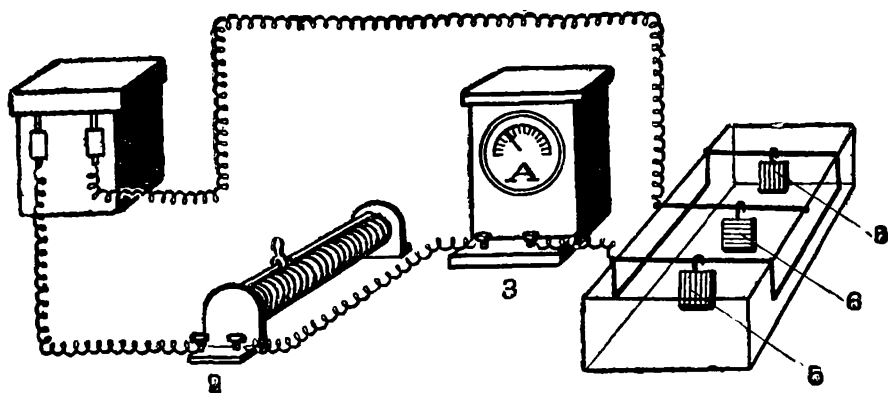


Рис. 20.

Устройство никелевых ванн несколько не отличается от устройства медных и других ванн, причем катодом также служит погружаемый предмет, анодом же одна или несколько пластинок из химически чистого никеля, которые, постепенно растворяясь в растворе ванны, замещают выделившийся из нее никель.

Для ванны лучше всего применять соли сернокислого или лимоннокислого никеля; рекомендуется применять изотнокислый или солянокислый никель.

Химические реактивы должны быть химически чистыми, а вода дистиллированной, в крайнем случае дождевой (собранная в стеклянную посуду и затем прокипяченная).

**Ванна для никелирования.** Для никелирования возьмите стеклянную толстостенную ванну (рис. 20) емкостью 2—3 л. К стенкам ванны сверху на медных проволочках диаметром 1—1½ мм подвесьте анодные и катодные пластинки. Проволока, на которую подвешиваются анодные пластинки, должна быть изогнута в виде буквы П. Она укрепляется вдоль корпуса ванны. На концы проволоки прикрепите клеммы, при помощи которых происходит присоединение проводов к источнику электрического тока.

Для равномерного покрытия предмета никелем анодные пластинки поместите по обеим сторонам этого предмета.

Ванну накройте картоном или фанерой, или стеклом, чтобы не пылился раствор.

Хороший результат дает при никелировании металлов следующий раствор: дистиллированной воды 1 л, сернокислого никеля 140 г, сернокислого натрия 90 г, хлористого калия 20 г, борной кислоты 20 г.

Электрический ток для работы берите от аккумулятора напряжением 4 в, емкостью 45—60 а-ч. Для наблюдения за силой и напряжением тока включите вольтметр и амперметр постоянного тока. Для регулирования тока используйте ползунковый реостат, который включите последовательно с аккумулятором и амперметром (рис. 20). Напряжение тока должно колебаться от 3 до 5 в и зависеть от плотности тока и расстояния между электродами. Температуру электролита во время работы поддерживайте в пределах 30—40°, расстояние между электродами 5—7 см.

Перед началом работы рассчитайте, какая потребуется сила тока, и в зависимости от этого подберите соответствующее сопротивление.

Для этого определите общую поверхность предмета, предназначенного к покрытию никелем, и, зная плотность тока, выраженную в амперах на 1 см<sup>2</sup>, перемножьте эти числовые величины. Полученное произведение и будет нужной вам силой тока; например, при плотности тока 0,05 а на 1 см<sup>2</sup> поверхности предмета и общей поверхности предмета 50 см<sup>2</sup> получаем  $0,05 \cdot 50 = 2,5$  а.

Это и будет сила тока, которую должна показывать шкала амперметра во все время работы ванны для покрытия катодной пластинки.

- П о к р ы т и е м е д ь ю ( о м е д н е н и е ). Перед покрытием медью проводят подготовку металла, как указано выше. Для приготовления ванны поступайте следующим образом: в 1 л воды (при температуре 50°) растворите 35 г медного купороса, в раствор добавьте 150 г виннокислого натрия и 80 г едкого натра.

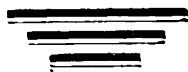
В ванну с раствором погрузите медные аноды и предметы, подлежащие омеднению.

По мере использования раствора к нему добавляйте в небольших количествах медный купорос.

В начале процесса ток пускайте напряжением не выше 2 в и только после того, когда получите сплошной осадок, напряжение усильте до 4—5 в. Сильного напряжения избегайте, так как получается осадок хрупкий и зернистый.

Плотность тока при осаждении меди в среднем допускается около 0,004—0,005 а на 1 см<sup>2</sup>.

Процесс омеднения проводите так же, как и никелирование, все время размешивая раствор, а по окончании процесса предметы высушите и отполируйте.



---

## Глава V

### ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

#### 1. ПЕРЕРАБОТКА ТОПЛИВА

Топливом называются вещества, которые использует человек для получения тепловой энергии. К ним относятся растения или продукты их разложения.

В течение своей жизни растения накапливают тепловую солнечную энергию, а когда они сгорают, энергия выделяется. Профессор К. А. Тимирязев, говоря о жизни растений, писал: «Растение — истинный Прометей<sup>1</sup>, похитивший огонь с неба, — похищенный им луч солнца горит и в едва мерцающей лучине и в ослепительной искре электричества».

Прошло много миллионов лет, прежде чем накопились запасы топлива в земле.

Все виды топлива можно разделить на твердые, жидкие и газообразные.

К твердому виду топлива относятся: дерево, торф, бурый уголь, каменный уголь, антрацит, горючие сланцы и т. д.; к жидкому — нефть, керосин, бензин, мазут и т. д.; к газообразному — природный, генераторный, коксовый и нефтяной газы.

#### И с к о п а е м ы е у г л и .

Существуют три вида ископаемых углей: бурый уголь, каменный уголь и антрацит.

---

<sup>1</sup> Прометей — один из титанов греческой мифологии, похитивший с неба огонь и научивший людей им пользоваться, за что был Зевсом (греческим богом) прикован к скале.

Бурый уголь является переходной ступенью от торфа к каменному углю, он богаче углеродом (65—68%), чем торф, но беднее, чем каменный уголь. При сухой перегонке бурый уголь выделяет много летучих газообразных и парообразных продуктов. Кокс, полученный в результате сухой перегонки бурого угля, не спекается, а рассыпается в виде порошка. Количество летучих продуктов достигает 60%. Удельный вес бурого угля 0,9—1,5, теплотворная способность весьма разнообразна, зависит от состава угля и колеблется в пределах от 4000 до 6200 калорий.

### Каменный уголь.

Каменный уголь является более плотным, чем бурый уголь (уд. вес 1,1—1,4), и богаче углеродом (75—92%). При сухой перегонке, в зависимости от сорта угля, получается много разнообразных летучих погонков.

Кокс, получающийся в результате перегонки каменного угля, бывает в виде порошка или спекшихся кусков. Теплотворная способность каменного угля находится в пределах от 6000 до 8400 калорий.

### Антрацит.

Антрацит отличается от каменного угля большим содержанием углерода (92—97%), уд. вес его 1,27—2. При сухой перегонке антрацита выделяется не менее 90% кокса и до 8% летучих погонков. Горит без пламени и дыма и требует хорошей тяги. Теплотворная способность антрацита в среднем равна 8000 калориям.

Каменные угли применяются непосредственно для сжигания в топках или для извлечения из них летучих погонков и кокса, который имеет широкое применение в металлургии. Для извлечения содержащихся в угле органических веществ прибегают к коксованию без доступа воздуха, к так называемой сухой перегонке.

### Сухая перегонка каменного угля.

Соберите прибор, изображенный на рисунке 21.

В железную трубку заложите мелкораздробленный каменный уголь, освобожденный от угольной пыли. Одно отверстие трубки закройте деревянной пробкой, посаженной на асбест, в другой конец трубки вставьте корковую пробку на асбесте с вставленной в нее стеклянной труб-

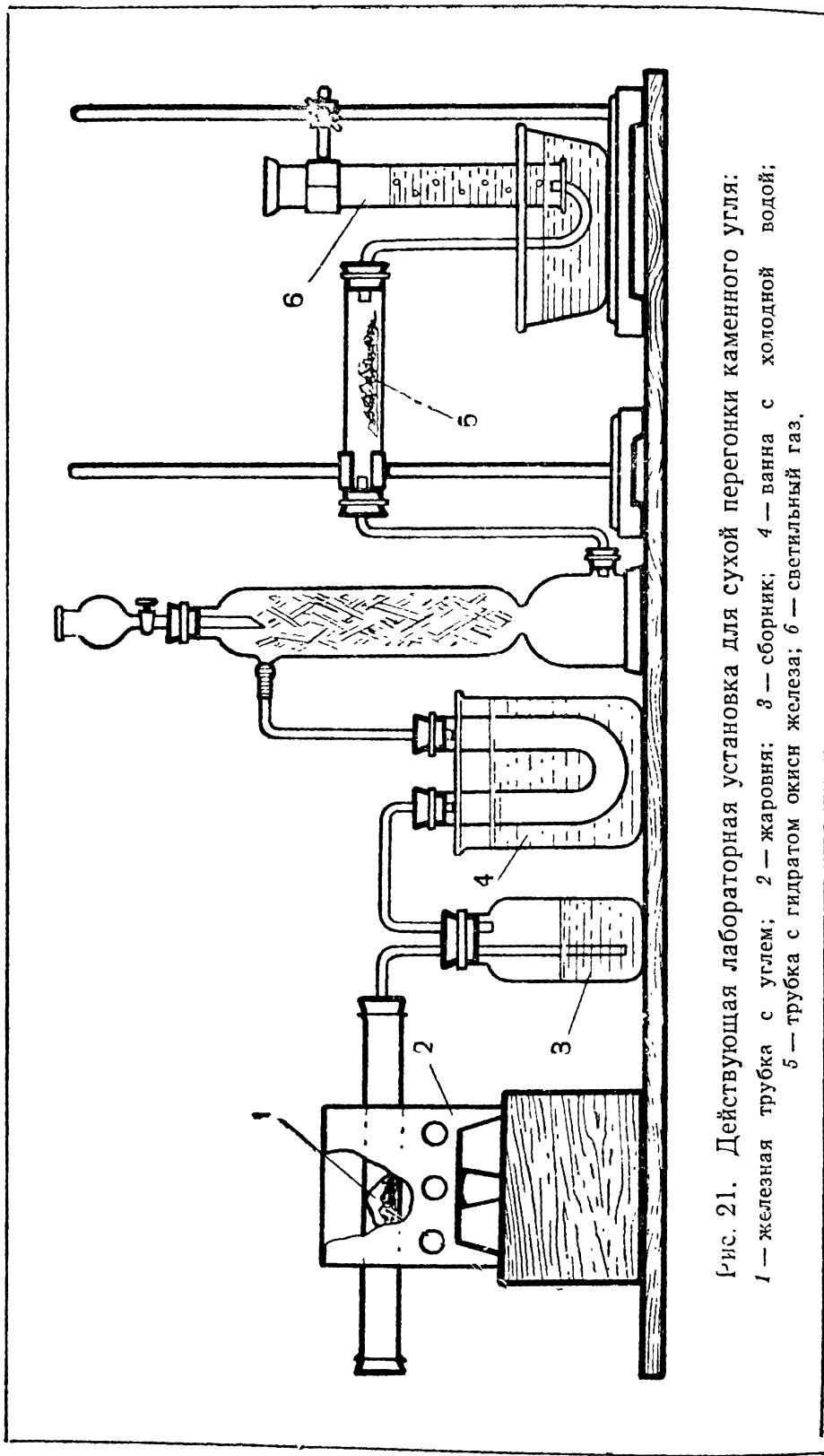


Рис. 21. Действующая лабораторная установка для сухой перегонки каменного угля:

1 — железная трубка с углем; 2 — жаровня; 3 — сборник; 4 — ванна с холодной водой; 5 — трубка с гидратом окисн железа; 6 — светильный газ.

кой. Обе пробки залейте смесью из жидкого стекла и гипса или одним гипсом.

Железную трубку вставьте в жаровню или закрепите на металлическом штативе и подогрейте двумя газовыми горелками. Стекланную трубку, выходящую из железной трубки, соедините с уловителем, который в свою очередь соединяется с U-образной трубкой, погруженной в банку с очень холодной водой или снегом. В эту трубку поступает каменноугольная смола и часть подсмольной воды.

С U-образной трубкой соедините уловитель аммиака, функцию которого может выполнить колонка, заполненная битым стеклом и орошаемая сверху водой. За колонкой расположите стекланную трубку диаметром 20—25 мм и длиной 15 см, в которую положите кусочки стекла или глиняные черепки с нанесенным на них гидратом окиси железа (трубка является уловителем серы). В конце прибора закрепите на штативе опрокинутый цилиндр, наполненный водой и опущенный в ванну. В этот цилиндр собирайте очищенный светильный газ. Работу ведите под тягой.

Через некоторое время после начала нагревания железной трубки вы заметите поступление паров воды в U-образную трубку и уловитель (колонку). Первые порции газа из конечной трубки выпустите в атмосферу, а когда будет установлено, что газ горит спокойно, трубку подведите под цилиндр, заполненный водой. По прошествии 30—35 минут после начала выделения газа обычно процесс заканчивается, о чем можно судить по прекращению выделения светильного газа (пузырьки газа не пробулькивают через воду, находящуюся в конечном сосуде).

По окончании процесса газопроводную трубку выньте из воды и только после этого прекратите нагревание. Прибор разберите, смолу отделите от воды при помощи делительной воронки, отдельно соберите аммиачную воду. После остывания железной трубки выньте из нее пробки и при помощи железного стержня вытолкните кокс.

Таким образом, в результате коксования вы получите кокс, каменноугольную смолу, аммиачную воду и светильный газ. В трубке с гидратом окиси железа можно обнаружить желтоватый налет серы.

Для получения бензола, толуола, ксилола, нафталина и т. п. необходимо иметь достаточное количество каменно-



угольной смолы, которую можно получить самим, проведя несколько раз сухую перегонку каменного угля.

Получение бензола, толуола, нафталина.

В колбу Вюрца емкостью 250 мл налейте 75 мл каменноугольной смолы и опустите несколько стеклянных капилляров для равномерного кипения. В пробку колбы

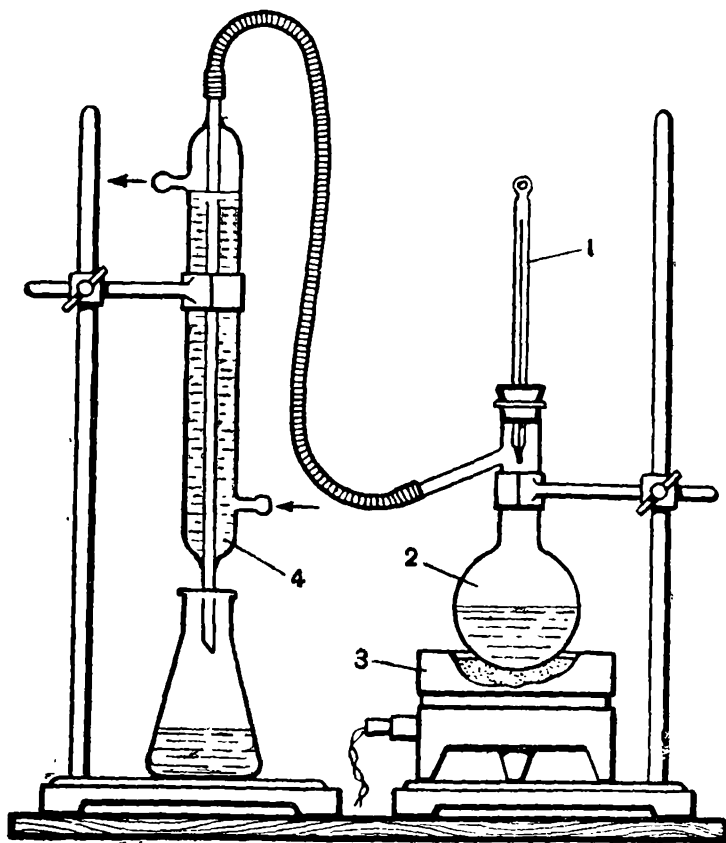


Рис. 22. Прибор для получения бензола и толуола:  
1 — термометр; 2 — колба Вюрца; 3 — песчаная баня с электрическим нагревом; 4 — холодильник Либиха.

вставьте термометр на  $360^\circ$ , причем конец термометра должен находиться на уровне отверстия выходной боковой трубки колбы.

Газоотводную трубку колбы соедините с небольшим холодильником Либиха, а последний с приемником (рис. 22). Колбу установите на песчаную баню и нагревайте, при

этом следите, чтобы температура внутри колбы не превышала 100°.

В процессе перегонки сначала отделяется от смолы бензол.

Собрав некоторое количество бензола, усилие нагревание до температуры не выше 150° и перемените сборник. В сборник будут поступать толуол и ксилол. Собрав эти вещества, снова перемените приемник и усилие температуру до 200—225°. В сборник начнет поступать масло, содержащее нафталин, который после охлаждения выпадет в виде кристаллов. Удалив кристаллы нафталина, нагрейте колбу до 270°, и вы получите тяжелое масло.

Чтобы остался след вашей работы, приготовьте небольшой щит, на котором в маленьких пробирках поместите сырье (смолу) и готовую продукцию. Здесь же поместите описание опыта и небольшой чертеж прибора.

## 2. ПОЛУЧЕНИЕ ЭТИЛОВОГО СПИРТА

Этиловый спирт можно получить двумя методами: а) из бромистого этила и б) брожением.

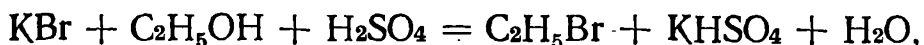
Если в школе нет бромистого этила, то можете его приготовить в лаборатории.

### Получение бромистого этила.

В колбу Вюрца налейте 25 мл винного спирта и 25 мл серной кислоты (уд. вес 1,84). Происходит разогревание жидкости вследствие взаимодействия спирта с серной кислотой. По охлаждении жидкости в колбу добавьте 25 мл воды и внесите 12—15 г бромистого калия. Колбу закрепите на штативе, под нее подложите асбестированную сетку, а отросток колбы соедините с холодильником Либиха. Последний через алонж соедините с приемником, наполненным на  $\frac{3}{4}$  очень холодной водой (рис. 23).

Колбу закройте пробкой и нагревайте на сильном огне. Через некоторое время на дно колбы начнут падать тяжелые капли бромистого этила. Это маслянистая жидкость бурого цвета.

Происходит реакция:



Для получения чистого бромистого этила полученную жидкость перелейте из колбы в делительную воронку.

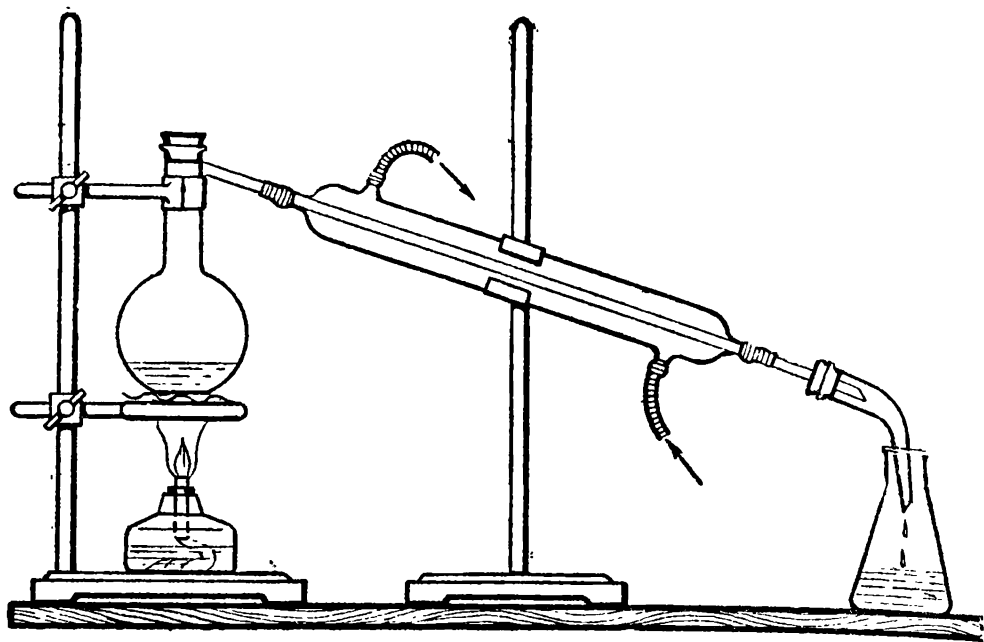


Рис. 23. Прибор для получения бромистого этила.

Бромистый этил спустите из воронки в стакан и промойте 3—4 раза обыкновенной холодной водой, затем просушите при помощи гранулированного хлористого кальция. Полученный бромистый этил почти бесцветен и прозрачен.

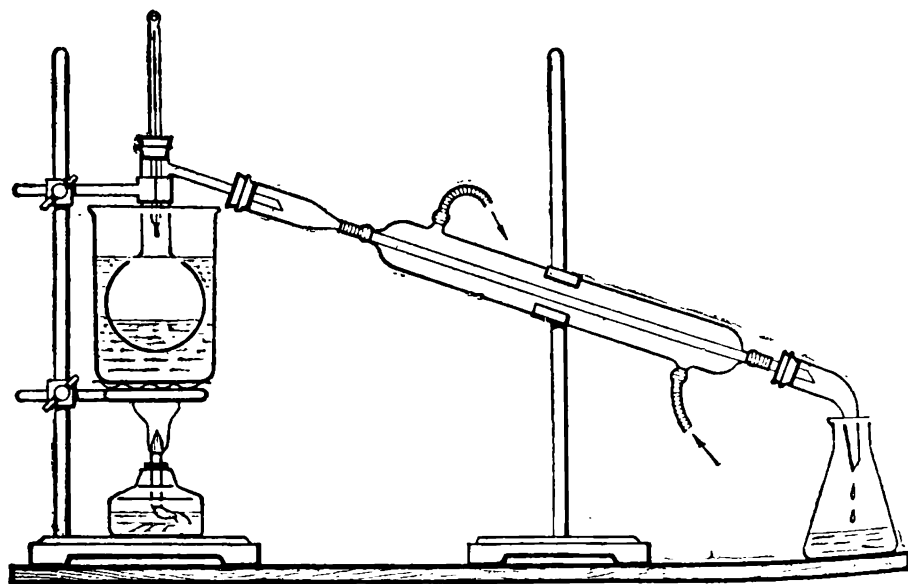
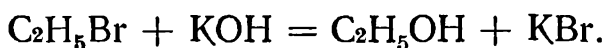


Рис. 24. Прибор для перегонки этилового спирта.

Получение этилового спирта из бромистого этила.

Налейте в колбочку 5 мл бромистого этила и 25 мл 10-процентного раствора едкого кали. В пробку колбы вставьте холодильник в вертикальном положении и весь прибор закрепите на штативе. Под колбу подведите водяную баню, в которую для повышения точки кипения заранее налейте насыщенного раствора поваренной соли (315 г на 1 л воды). Нагревание ведите до тех пор, пока вся масса станет однородной. Обычно на это требуется несколько часов. Происходит реакция:



Для выделения чистого спирта полученную жидкость дважды перегоните при температуре 78—82°. Из обыкновенной колбы жидкость перелейте в колбу Вюрца, которую закрепите на штативе, ее отросток соедините с холодильником и последний с приемником. В горло колбы вставьте термометр и следите за температурой, которая не должна превышать 82° (рис. 24). Нагревание ведите на обычной водяной бане.

Когда окончите перегонку, жидкость из приемника слейте в чистую колбу, в ее горло вставьте дефлегматор и в последний поместите термометр (рис. 25). Весь прибор закрепите на штативе<sup>1</sup>, затем соберите в приемник погонь чистого спирта, который исследуйте на вкус и горючесть.

Получение спирта брожением сахара.

Для получения спирта может быть использован любой сахар (глюкоза, мальтоза, сахароза и т. п.).

Попробуйте получить спирт из обыкновенного сахара ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ).

Процесс проходит две стадии: брожение и перегонку.

В колбу насыпьте 50 г сахарного песка, налейте 200 мл воды и встряхивайте колбу несколько раз до растворения сахара. В фарфоровую чашку налейте 50 мл воды и размешайте в ней 10 г свежих дрожжей. Полученную смесь

---

<sup>1</sup> Ртуть термометра должна находиться на уровне трубки дефлегматора, через которую выходят пары спирта.

влейте в колбу и снова взбалтывайте. Колбу закройте пробкой с вставленной газоотводной трубкой. Последнюю соедините с U-образной трубкой, в которую налейте свежеприготовленную известковую воду. В другой конец

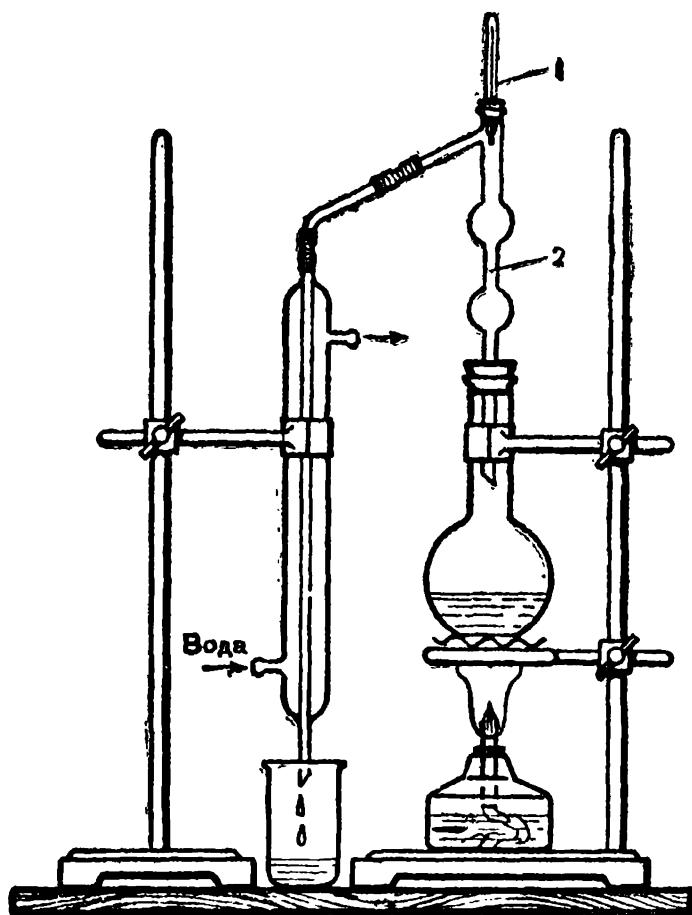


Рис. 25. Прибор для получения чистого этилового спирта:

1 — термометр; 2 — дефлегматор.

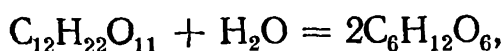
U-образной трубки вставьте на пробке небольшую стеклянную трубочку с оттянутым концом (рис. 26).

Прибор поместите в теплое место с температурой не ниже  $25^{\circ}$ . Удобнее его поместить около батареи водяного отопления или около печки. Через некоторое время можно заметить появление мути в U-образной трубке. Это выделяющийся при брожении углекислый газ вступает во взаимодействие с известковой водой. Об окончании

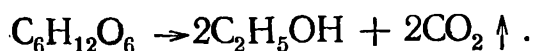
брожения можно судить по прекращению выделения углекислого газа. По прошествии трех-четырех суток приступите к отгонке спирта.

Процесс дистилляции протекает в два приема, как было указано выше: отгонка спирта с холодильником при температуре  $82\text{--}83^\circ$ , а затем при помощи дефлегматора при температуре  $78^\circ$ , и после этого вы получите чистый этиловый спирт.

В процессе брожения происходит двойная реакция. Сначала сахара гидролизуются, переходя в глюкозу:



а затем глюкоза расщепляется на спирт и углекислый газ:



### 3. ПОЛУЧЕНИЕ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ И МЕТИЛОВОГО СПИРТА

В результате сухой перегонки дерева получают различные продукты: древесный уголь, метиловый (древесный) спирт, ацетон, уксусная кислота, деготь, метан, водород и т. д.

В зависимости от температуры нагревания древесина выделяет разные погоны: при  $100\text{--}170^\circ$  выделяется главным образом вода, от  $170$  до  $270^\circ$  начинается разложение древесины с выделением уксусной кислоты и светильного газа. При температуре  $270\text{--}280^\circ$  процесс обугливания значительно усиливается, а при температуре  $280\text{--}380^\circ$  выделяется большое количество уксусной кислоты и метилового спирта, а также ацетона и легкой смолы. При дальнейшем нагревании выделяется тяжелая смола.

Насыпьте в колбу емкостью  $250\text{ мл}$   $50\text{ г}$  сухих опилок или стружек дерева лиственной породы. Колбу закрепите на штативе, к ней присоедините холодильник, другой ко-

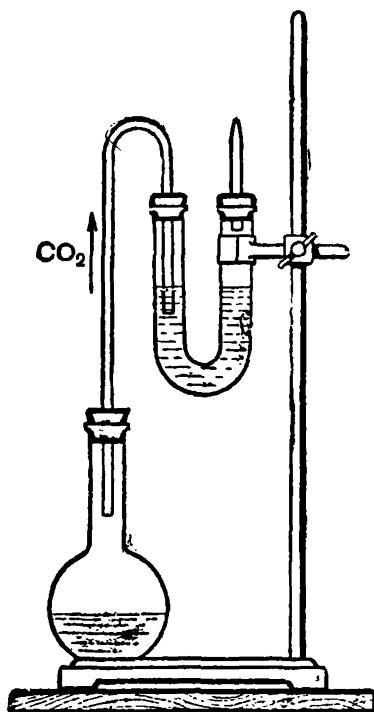


Рис. 26. Прибор для брожения сахара.

нец которого опустите в сборник. От сборника должна отходить вверх длинная стеклянная трубка с оттянутым концом, через которую будет выходить газ (рис. 27). Колбу нагрейте до  $400^{\circ}$  и соберите погонь; выделяющийся газ зажгите у отверстия трубки. Нагревание ведите до тех

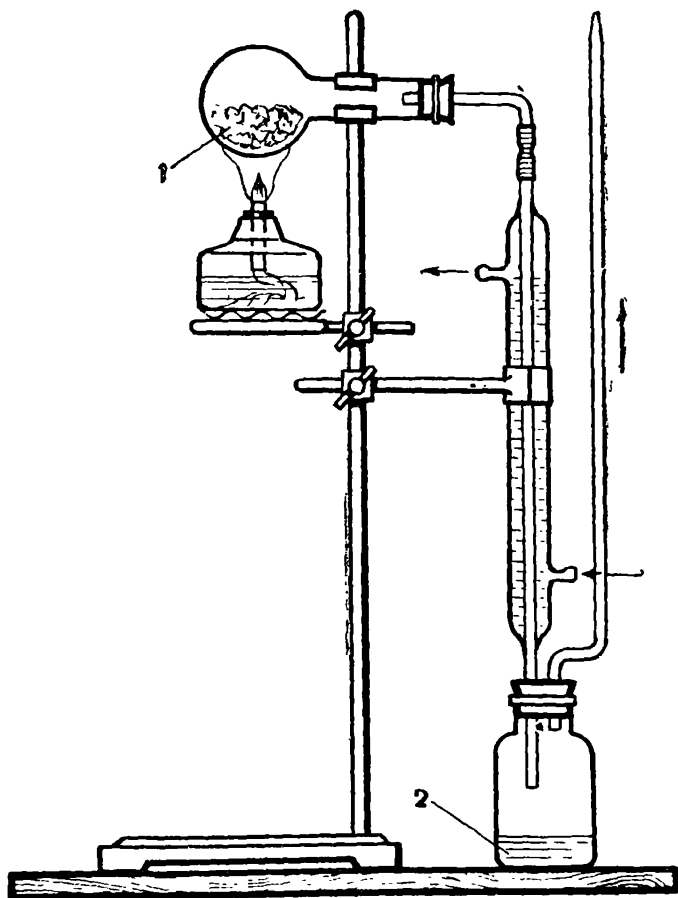


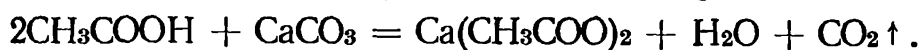
Рис. 27. Прибор для получения уксусной кислоты и метилового спирта:

1 — древесные опилки; 2 — смола.

пор, пока не прекратится выделение газа (о чем можно судить по прекращению горения) и не соберется достаточное количество водяного конденсата.

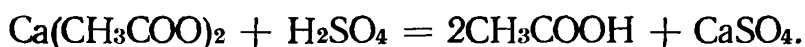
По окончании нагревания сборник отсоедините, прилейте в него воду и взболтайте, затем жидкость влейте в делительную воронку. Из жидкости выделится водяной конденсат, в котором содержится уксусная кислота, метиловый спирт и ацетон.

Жидкость испытайте на синий лакмус, а затем нейтрализуйте мелом и фильтруйте. Происходит реакция:



Нейтральный фильтрат подвергните отгонке, для этого соберите прибор, который состоит из колбочки емкостью 100-мл с пробкой, в отверстие которой вставлена длинная трубка с оттянутым концом.

Колбочку нагрейте на водяной бане до 97—98°. Пары воды, поднимаясь по трубке, конденсируются и возвращаются в колбочку, а метиловый спирт (температура кипения 65°) поднимается вверх и выходит через трубку наружу; его подожгите, он горит бесцветным пламенем. По окончании горения метилового спирта жидкость выпарьте и остаток присоедините к полученному после фильтрования осадку. Осадок обработайте серной кислотой. Происходит реакция:



В растворе — уксусная кислота, в осадке — сернокислый кальций. Осадок отфильтруйте, а уксусную кислоту определите по запаху и на лакмус.

При помощи титрования едким натром можно определить концентрацию и установить количество выделившейся из взятых опилок уксусной кислоты.

#### 4. ПОЛУЧЕНИЕ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ ИЗ ЭТИЛОВОГО СПИРТА

Уксусную кислоту можно также получить из этилового спирта, окисляя его кислородом. Сначала образуется альдегид уксусной кислоты, а затем он окисляется в уксусную кислоту.

Составьте прибор, как указано на рисунке 28. В колбу емкостью 200 мл поместите 10 г двуххромовокислого калия и 10 мл серной кислоты (уд. вес 1,84). В капельную воронку налейте 20 мл 25-процентного этилового спирта (ректификата). Откройте кран капельной воронки и по каплям медленно спускайте спирт в колбу и нагревайте ее. Через некоторое время в приемной колбе начинает собираться раствор уксусной кислоты вместе с уксусным альдегидом. Наличие уксусной кислоты в приемнике опре-



деляется по запаху. Для отделения кислоты от альдегида в полученный раствор прилейте суспензию углекислого кальция до полной нейтрализации и жидкость фильтруйте. Фильтрат выпарите досуха, альдегид улетучивается, а в остатке получается уксуснокислый кальций, ко-

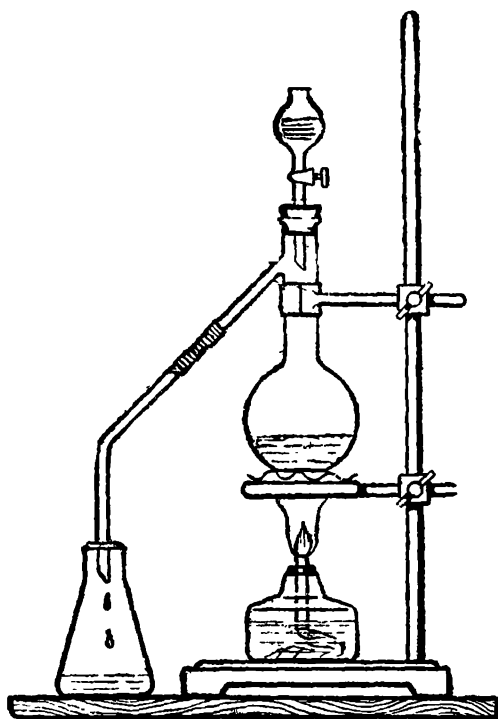


Рис. 28. Прибор для получения уксусной кислоты из этилового спирта.

торый обработайте серной кислотой. Серноокислый кальций выпадает в осадок, а уксусная кислота остается в растворе. Последнюю отфильтруйте от осадка.

Определите наличие уксусной кислоты как по запаху, так и на хлорное железо, которое дает с уксусной кислотой в нейтральной среде темно-красное окрашивание.

## 5. ПОЛУЧЕНИЕ ФОРМАЛИНА

Формалин играет большую роль в промышленности при изготовлении пластических масс и в сельском хозяйстве при борьбе с вредителями и болезнями растений. Формалин используется также для приготовления лекарства (уротропина).

Формалин получают окислением метилового спирта кислородом воздуха или солями, богатыми кислородом (двухромовокислым калием или марганцовокислым калием).

Вы можете использовать оба метода.

1 - й метод. В колбу емкостью 100 мл налейте метилового спирта. Колбу поместите на водяную баню (рис. 29).

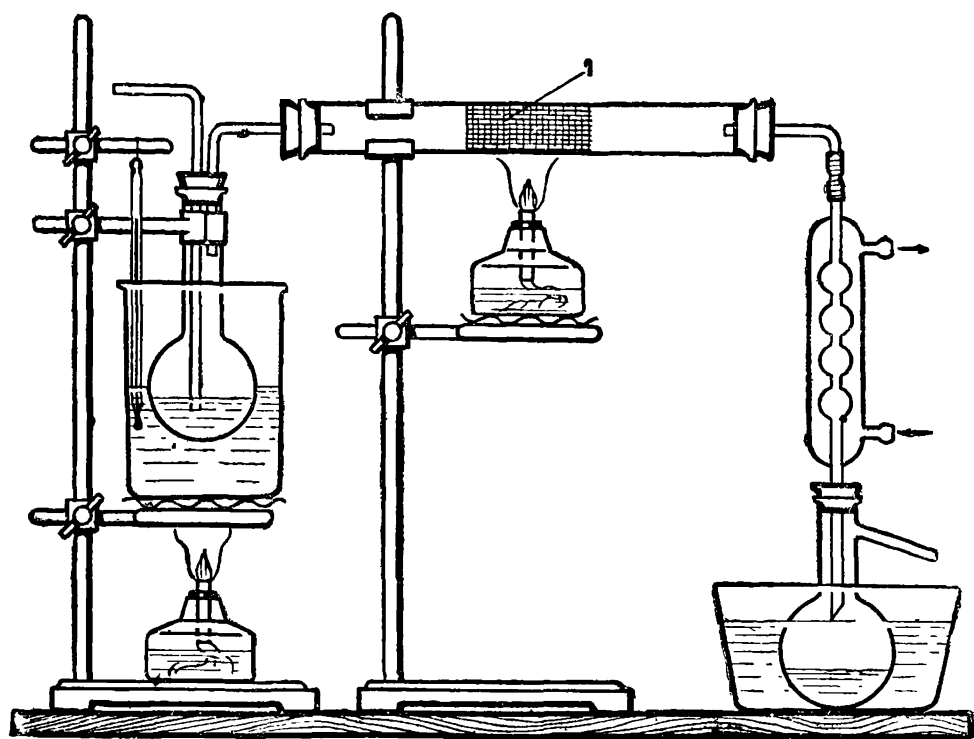


Рис. 29. Прибор для получения формалина:

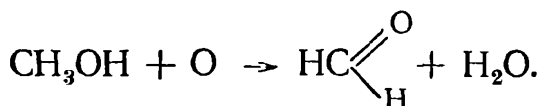
1 — медная сетка.

В стеклянную трубку диаметром 20—25 мм поместите медную сетку или медную спираль из тонкой проволоки. Один конец трубки соедините с колбой, в которую вставлена Г-образная стеклянная трубка диаметром 8 мм, другой — с холодильником шифа. Холодильник установите вертикально на колбу Вюрца, отросток которой соедините с водоструйным насосом или аспиратором, а колбу поместите в ванну с холодной водой. Температуру воды в водяной бане поддерживайте не выше 50°.

Когда термометр, установленный на бане, покажет температуру 45—48°, откройте водопроводный кран, с которым соединен водоструйный насос, и начинайте нагревать

трубку с медной проволокой или сеткой. Как только последняя накалится докрасна, нагревание прекратите, так как дальнейшее нагревание сетки идет за счет тепла, выделяемого при окислении спирта кислородом воздуха.

В трубке в присутствии катализатора меди происходит реакция:

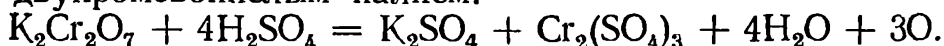


Пары муравьиного альдегида начинают сгущаться в холодильнике и оттуда в виде жидкости с резким неприятным запахом, сильно раздражающим слизистую оболочку носа и глаз, поступают в приемник.

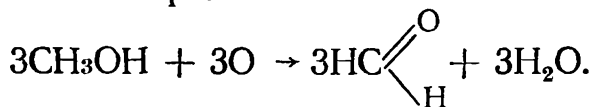
Собрав достаточное количество формальдегида, проведите с ним ряд опытов, например получение серебряного зеркала, действие на фелингову жидкость, на свертывание белка.

**2 - й метод.** В пробирку налейте 3—4 мл насыщенного раствора двуххромовокислого калия и столько же концентрированной серной кислоты. К этой смеси по каплям добавляйте метиловый спирт и осторожно нагревайте на слабом огне. Жидкость меняет оранжевую окраску на зеленую, что указывает на образование сернокислого хрома  $[\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3]$ , при этом выделяется формальдегид, который узнают по резкому запаху.

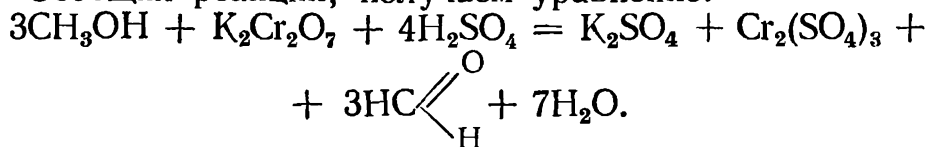
Вначале происходит реакция между серной кислотой и двуххромовокислым калием:



Образовавшийся при реакции между серной кислотой и двуххромовокислым калием атомарный кислород окисляет метиловый спирт.



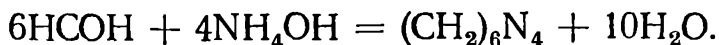
Обобщая реакции, получаем уравнение:



Из формалина можно получить уротропин (широко распространенное лекарство).

Вы можете повторить опыты А. М. Бутлерова и получить кристаллы уротропина.

В фарфоровую чашку налейте 10 мл формалина и 10 мл раствора аммиака 25-процентной концентрации и нагревайте некоторое время; затем чашку перенесите на водяную баню и выпаривайте до небольшого объема, после чего оставьте кристаллизаться. Происходит следующая реакция:



Из уротропина действием на него серной кислоты можно выделить формалин. При нагревании уротропин возгоняется, не проходя стадии плавления.

## 6. ИСКУССТВЕННЫЕ СМОЛЫ И ПЛАСТМАССЫ

Очень много предметов домашнего обихода готовятся из пластмассы (гребенки, тарелки, чашки, выключатели, дверные ручки и т. д.).

Видов пластмасс довольно много, но не все их возможно приготовить в школьных условиях. Попробуем приготовить два вида пластмасс: бакелит и ксилолит.

**Б а к е л и т** представляет собой искусственную смолу, нерастворимую в воде. Виды бакелита различны: иногда он напоминает собой янтарь, целлулоид, эбонит, слоновую кость и т. п.

При изготовлении бакелита очень внимательно следите за температурой нагревания. Работу проводите под тягой.

В широкогорлую колбу емкостью 100 мл поместите 10 г чистого кристаллического фенола, туда же прилейте 10 мл 40-процентного раствора формальдегида и 3 мл 15-процентного раствора аммиака. Колбу закройте пробкой с двумя отверстиями, в одно из которых вставьте холодильник или длинную трубку, в другое — термометр на 250°.

Колбу закрепите на штативе и нагревайте не выше 50—70°. Внимательно следите за температурой, иначе произойдет бурное кипение и масса превратится в губчатое вещество, в дальнейшем непригодное для употребления. Образовавшиеся пары поднимаются по трубке холодильника и, охлаждаясь, возвращаются обратно в колбу.

Смесь, находящаяся в колбе, постепенно превращается в бесцветное или желтоватого цвета маслянисто-вязкое вещество — салуретиновую смолу. Это первая стадия получения бакелита.

Полученную вами массу вылейте в формы (пробирку, фарфоровую чашечку, алюминиевый колпачок), где она и

застынет. Масса хрупка, растворяется в спирте, ацетоне, глицерине, едком натре и т. д. и при осторожном нагревании плавится.

Возьмите немного бакелита и растворите его в спирте, глицерине, едком натре.

Залитые полученной массой формы установите на асбестированной сетке и нагревайте до температуры 100—110°. Часть форм снимите, а остальные продолжайте нагревать на масляной или песчаной бане до температуры 140°. Через некоторое время нагревание прекратите и приступите к испытанию.

Бакелит, нагретый ранее до 100°, при новом нагревании начинает размягчаться и становится наподобие резины. Бакелит, нагретый ранее до 140°, при новом нагревании не изменяется. Если вы на первый продукт подействуете ацетоном, он разбухнет, второй же останется без изменения.

Бакелит можно смешать с наполнителями: древесными опилками, асбестом, песком. Для этого бакелит первой стадии раздробите и разотрите в порошок, а затем нагрейте. Бакелитом можно пропитать картон.

Рассмотрим другой метод получения бакелита.

В широкогорлую колбу емкостью 100 мл насыпьте 10 г кристаллического фенола, налейте 7,5 г 30-процентного формалина и 0,1 мл соляной кислоты (уд. вес 1,19), хорошо перемешайте, вращая и встряхивая колбу, затем колбу поместите на водяную баню, в горло вставьте обратный холодильник и начинайте нагревать. Через полчаса в колбе начинается бурная реакция, жидкость вскипает. Осторожно снимите колбу с водяной бани и оставьте смесь без нагревания. Когда реакция прекратится, колбу опять установите на водяную баню и нагревайте до тех пор, пока жидкость не разделится на два слоя. Сначала вы заметите, что жидкость мутнеет, а затем начинает ясно расслоиться и просветляться. В результате образуются два слоя: нижний — более плотный, коричневого цвета, и верхний — жидкий, прозрачный.

Жидкость из колбы вылейте в фарфоровую чашку, дайте охладиться и слейте верхний слой, а нижний нагрейте до 200°, для этого используйте масляную или песчаную баню. В начале нагревания масса пенится, вследствие присутствия в ней воды, а затем начинает успокаиваться и поверхность становится гладкой. Нагревание прекратите и

массу вылейте на стеклянную пластинку. Получается светло-коричневого цвета смола, которая хорошо растворяется в спирте и плавится.

В процессе конденсации фенола и формальдегида наблюдается следующая реакция:



Получается диоксидифенилметан и вода.

**К с и л о л и т.** Кроме бакелита, вы можете получить очень прочную пластмассу из магнезии (окись магния), хлористого магния и древесных опилок. В качестве наполнителя можно использовать тальк, мел, краски, масла и т. п.

Отвесьте 25 г увлажненных опилок, 5—10 г сухой краски и 45 г окиси магния. Приготовьте 50 мл раствора хлористого магния (уд. вес 1,21). В простоквашницу положите 45 г окиси магния, прибавьте краску, хорошо перемешайте, затем приливайте раствор хлористого магния (уд. вес 1,21) в количестве 40—45 мл, все время размешивая. Получится смесь в виде кашицы. К ней, размешивая, прибавьте увлажненные древесные опилки. Размешивайте до тех пор, пока вся масса не станет однородной. Массе придайте какую-либо форму и оставьте стоять не менее суток, до затвердения.

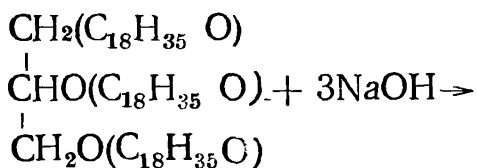
Вы можете использовать другой рецепт для получения пластмассы лучшего качества.

Возьмите 45 г окиси магния, 40 г древесных опилок (увлажненных), 1—2 г сухой краски, 3 г железного купороса, 21 мл раствора хлористого магния (уд. вес 1,21) и 12 мл воды. Все эти вещества смешайте, как это было указано выше, и оставьте затвердевать на сутки и более.

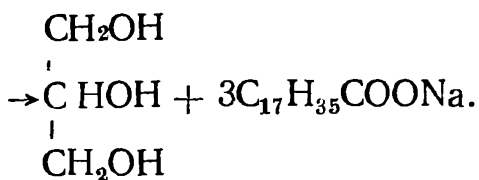
## 7. ПРИГОТОВЛЕНИЕ МЫЛА

Мыло представляет собой соль высокомолекулярных кислот: стеариновой, пальмитиновой и олеиновой  $\text{RCOONa}$ , где R радикал стеариновой, пальмитиновой и олеиновой кислот.

Мыло получается при взаимодействии жиров со щелочами:



Тристеарин (сало)



### Глицерин

Мыло из жира и золы впервые было получено Галеном, жившим в 101—131 гг. до нашей эры.

Промышленное производство мыла началось с начала XIX века.

Консистенция мыла зависит от присутствия в жирах той или иной кислоты; так, например, стеариновая и пальмитиновая кислоты дают твердое мыло, олеиновая кислота — мягкое (полужидкое). Виды щелочи также имеют значение: натровое мыло — твердое, калиевое — полужидкое.

Мыло высокого качества хорошо растворяется в воде и дает обильную пену (в жесткой и соленой воде мыло растворяется плохо).

Существует много способов варки мыла. В качестве сырья применяются:

#### 1. Жиры различного происхождения:

а) Животные жиры — коровье масло, баранье, лошадиное, верблюжье сало, жиры морских животных (китов, тюленей, моржей и т. п.).

б) Растительные жиры — кокосовое, пальмовое, льняное, конопляное, подсолнечное, хлопковое, арахисовое и другие масла.

в) Гидрированные жиры — саломас, салонин и др.

г) Жирные кислоты и смолы — олеин, канифоль и др.

2. Е д к и е щ е л о ч и (едкий натр и едкое кали), сода кальцинированная и кристаллическая, поташ, едкая известь и др.

3. В с п о м о г а т е л ь н ы е в е щ е с т в а : поваренная соль, жидкое стекло, тальк, красящие вещества (ультрамарин, хлорофилл, кармин и другие краски), эфирные масла, эссенции и т. д.

В настоящее время на мыловаренных заводах изготавливают несколько видов мыла: ядровое, полуядровое и клеевое. Под эту классификацию подводятся различные сорта мыла: туалетное, медицинское, хозяйственное, техническое. Туалетное и медицинское мыла готовятся из сырья

высокого качества, в них добавляют ароматные вещества и краски. В медицинские мыла вводят дезинфицирующие вещества: деготь (дегтярное мыло), фенол (карболовое мыло) и т. д.

Изготовление мыла возможно как при высокой температуре, так и холодным способом. Наиболее распространенным способом является горячий метод.

Рассмотрим приготовление мыла горячим способом.

Сначала приготовьте три раствора едкого натра различной концентрации (в 40 мл воды растворите 2,5 г, 5 г, 6 г едкого натра).

В чашку положите 100 г сала, влейте первую порцию щелочи, нагревайте и кипятите до тех пор, пока не произойдет смешивания сала со щелочью, после чего влейте второй раствор щелочи и снова кипятите 15—20 минут; затем начинайте прибавлять малыми порциями по 1—2 мл третий раствор щелочи и жидкость кипятите в течение часа. Если раствор густеет, прилейте воды. Через час ложечкой возьмите немного раствора и налейте на стеклянную пластинку. В горячем состоянии мыльный раствор должен быть совершенно прозрачен и не давать мути.

Можно применить другой метод определения готовности мыла. В пробирку налейте воды до половины ее объема и внесите 2 — 3 капли мыльного раствора. Пробирку закройте пробкой и хорошо встряхните несколько раз. Если раствор превратится в пену, то можно считать его готовым. Пробу испытайте на фенолфталеин. Если он не изменит своего цвета, значит, вся щелочь использована.

При положительном результате испытания раствор надо еще кипятить в течение 15 минут. По окончании кипячения приступите к высаливанию мыльного раствора; для этого в раствор вносите понемногу поваренную соль, все время размешивая мешалкой.

После того как будет внесена вся соль (20 г) жидкость кипятите еще некоторое время, затем дайте немного остыть и слейте часть щелока, а раствор снова доведите до кипения.

Варку мыла можно прекратить, если на поверхности появятся крупные пузырьки, быстро спадающие, а мыло лежит в котле в виде плотного ядра.

После того как раствор остынет, выньте из котла ядро и сформируйте из него кусок мыла. Вы получили ядровое хозяйственное мыло.



Если вы пожелаете получить канифольное мыло, то поступите следующим образом:

Сначала варку проведите так же, как указано выше. Когда вы вольете в чашку вторую порцию щелочи и мыло будет ею насыщено, внесите в котел мелко раздробленную канифоль в количестве  $\frac{1}{3}$  —  $\frac{1}{4}$  от веса жира. После добавки канифоли прилейте последнюю щелочь и нагрейте до кипения. По истечении некоторого времени возьмите пробу и дайте ей остыть. Если мыло будет твердо и крепко и в разрезе зернисто, процесс варки можно считать оконченным.

Канифольное мыло имеет желтую красивую окраску и хорошую моющую способность, хорошо растворяется в воде и дает много пены.

## 8. НАТУРАЛЬНЫЕ И ИСКУССТВЕННЫЕ ЭФИРЫ

В настоящее время эфирные масла имеют большое применение в народном хозяйстве, главным образом в парфюмерной и пищевой промышленности.

П о л у ч е н и е   н а т у р а л ь н ы х   э ф и р н ы х  
м а с е л .

Натуральные эфирные масла нужно рассматривать как смесь весьма сложных химических соединений.

Существует несколько способов извлечения эфирных масел из растений: прессование, перегонка, экстрагирование, настаивание и поглощение. В школьных условиях наиболее доступным нужно считать метод перегонки.

Для извлечения эфирных масел необходимо собрать в свежем виде цветы розы, сирени, фиалки, корки плодов лимона, апельсина, айвы, листья герани, тополя и т. д.

Эфирные масла, находящиеся в растениях, перегоняются паром. Погоны собираются в приемнике, при этом масло всплывает наверх, а вода остается внизу.

В зимних условиях, когда нет живых цветов, вы можете получить апельсиновое или лимонное масло. Соберите прибор как указано на рисунке 30, снимите корку с двух апельсинов, очистите ее от волокнистого вещества, разрежьте на мелкие частицы и положите в колбу емкостью 500 мл. В колбу налейте воды до  $\frac{3}{4}$  ее объема и нагревайте до кипения. Жидкость отгоняйте в течение 1,5 часа, затем слейте в делительную воронку и дайте ей отстояться. Сверху образуется бесцветное апельсиновое

масло, а внизу вода. Осторожно слейте масло и смешайте его с винным спиртом (1,5 мл масла и 1 мл спирта). Получите апельсиновую эссенцию.

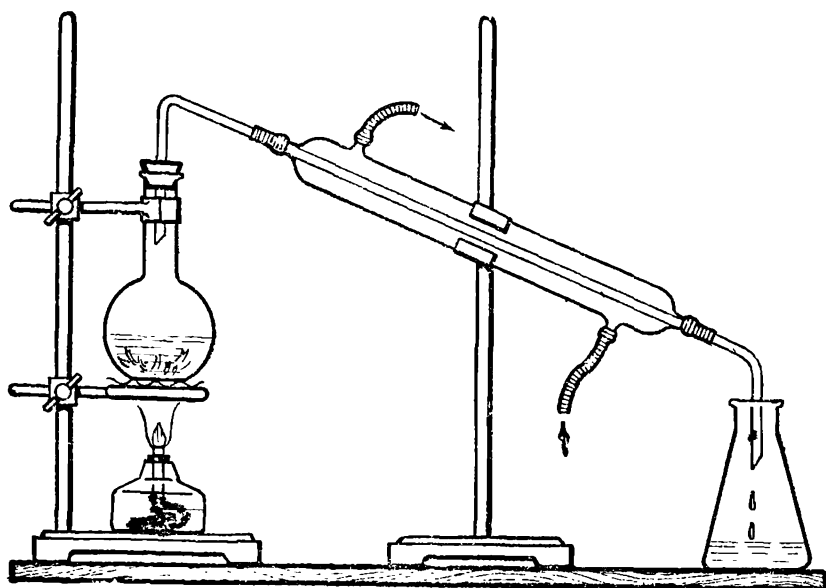


Рис. 30. Прибор для получения натурального эфирного масла.

Эфирное масло можно получить также при помощи экстрагирования эфиром.

Возьмите лимонную или апельсиновую корку или какие-либо цветы (розу, лилии и т. п.), разрежьте на мелкие кусочки, поместите в пробирку ( $\frac{1}{8}$  ее объема), налейте эфира столько, чтобы он покрыл все растение. Пробирку закройте плотно пробкой и встряхните несколько раз, после чего оставьте стоять несколько часов или сутки.

На следующий день жидкость перелейте в чистую пробирку, последнюю закройте плотно пробкой и дайте отстояться. На дне пробирки будет находиться эфирное масло, а наверху эфир.

Если вы брали апельсины, то масло будет оранжевого цвета, так как эфир растворяет красящее вещество.

После того как масло отстоится, слейте эфир в другую пробирку, а масло оставьте стоять незакрытым в течение 10—12 минут, чтобы испарился эфир.

## Получение искусственных эссенций.

В настоящее время в парфюмерной и пищевой промышленности широко применяются искусственные эссенции — сложные эфиры.

Рассмотрим несколько примеров получения сложных эфиров.

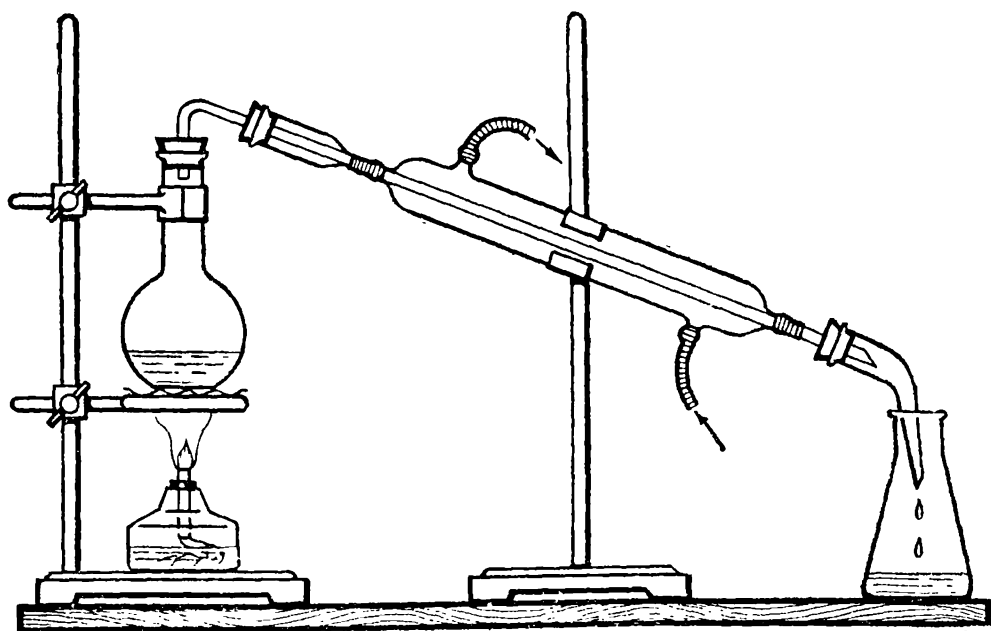
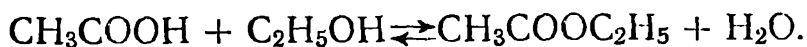


Рис. 31. Прибор для получения уксусноэтилового эфира.

### Уксусноэтиловый эфир.

Возьмите колбу емкостью 100 мл и влейте в нее 15 мл этилового спирта и 15 мл концентрированной уксусной кислоты. Затем добавьте 7 мл концентрированной серной кислоты. Колбу закройте пробкой с газоотводной трубкой, присоедините холодильник и приемник (рис. 31). Смесь нагрейте до кипения.

В колбе произойдет реакция:



Полученную в приемнике жидкость смешайте с небольшим количеством воды и взболтайте, затем дайте отстояться. Образуется два слоя: верхний — уксусноэтиловый эфир, и нижний — водный раствор спирта. Чтобы лучше отделить эфир, полученную смесь влейте в насы-

щенный раствор поваренной соли, в которой этиловый спирт и серная кислота растворятся, а эфир всплывет наверх. Отделите его при помощи делительной воронки; ознакомившись с цветом и запахом эфира, слейте его в склянку с притертой пробкой.

Укусноизоамиловый эфир (грушевая эссенция).

В колбу емкостью 100 мл налейте 10 мл концентрированной укусной кислоты и 10 мл изоамилового спирта, прибавьте 5 мл серной кислоты (уд. вес 1,84). Смесь нагрейте на водяной бане в течение нескольких минут, затем дайте остыть. В остывшую смесь прилейте осторожно 25 мл воды, взболтайте в течение 5 минут и затем вылейте смесь в делительную воронку; появляется два слоя. Верхний слой жидкости — укусноизоамиловый эфир (грушевая эссенция).

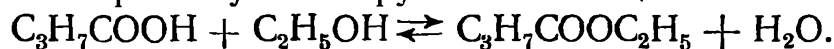
Ознакомьтесь с цветом и запахом эфира; слейте его в склянку с притертой пробкой.

В процессе получения грушевой эссенции происходит следующая реакция:



Масляноэтиловый эфир (ананасная эссенция).

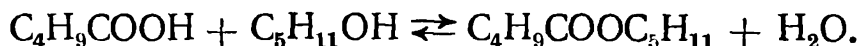
Масляноэтиловый эфир получите из масляной кислоты и этилового спирта. Кислоту и спирт возьмите в равных объемах, добавьте 50% по отношению к количеству спирта серной кислоты (уд. вес 1,84) и поступайте дальше, как и при получении грушевой эссенции:



Изовалериановоизоамиловый эфир (яблочная эссенция).

Изовалериановоизоамиловый эфир получается из изовалериановой кислоты и изоамилового спирта. Так же, как и в предыдущих опытах, возьмите равные объемы спирта и кислоты, добавьте 50% от количества спирта концентрированной серной кислоты, нагрейте на водяной бане и отсаливайте насыщенным раствором поваренной соли.

Происходит следующая реакция:



При наличии в школе других карбоновых кислот и спиртов можете получить различные сложные эфиры.

Кроме того, можете получить эфиры из неорганических кислот (азотной, серной и других) действием на спирты.

Ряд сложных эфиров применяется в пищевой промышленности при изготовлении фруктовых вод, сиропов, конфет, например карамели, монпансье.

## 9. ПОЛУЧЕНИЕ ГЛЮКОЗЫ

Вы знаете, что сахар можно получить из сахарного тростника, свеклы, но его можно получить также из картофеля, пшеницы, риса и т. п.

Для получения сахара из картофеля необходимо сначала выделить крахмал и уже из него получить сахар.

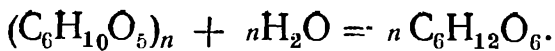
### Получение крахмала.

Тщательно промойте картофель при помощи щетки; когда картофель обсохнет, отвесьте один килограмм и измельчите на мелкой терке над миской или чашкой. Затем терку промойте над миской, чтобы не терять промывную воду. В миску добавьте воды и процедите всю массу через марлю. Полученное крахмальное молоко соберите в литровую банку, дайте отстояться, слейте верхний слой жидкости, прилейте свежей воды, размешайте и пропустите через мелкое сито. Снова жидкости дайте отстояться и промойте еще несколько раз, пока крахмал не станет совершенно чистым. Промытый крахмал выложите в тарелку для воздушной сушки, закрыв марлей, чтобы не попадала в крахмал пыль. Воздушная сушка крахмала продолжается 2—3 дня. Высохший крахмал взвесьте и определите процент содержания его в картофеле.

Полученный крахмал должен отличаться белизной и скрипеть, когда его растирают в руках; в нем не должно быть крупинок; присутствие последних указывает на то, что во время сушки крахмала произошла клейстеризация.

### Получение глюкозы.

Как вам известно, крахмал является полисахаридом с формулой  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . Поэтому, чтобы из него получить моносахарид глюкозу, формула которой  $C_6H_{12}O_6$ , необходимо гидролизовать крахмал.



В результате получается  $n$  молекул глюкозы.

Гидролиз крахмала происходит только при температуре не ниже  $100^\circ$  в присутствии катализатора. Наилучшими катализаторами являются серная или соляная кислоты.

Процесс гидролиза можно вести при атмосферном давлении в открытых котлах и при увеличенном давлении до 2,5 атмосфер в автоклавах.

В колбу емкостью 1 л всыпьте 200 г сухого крахмала и прилейте 400 мл воды. Колбу встряхните несколько раз. Образуется крахмальное молоко. В эмалированную или медную кастрюлю или медный котелок налейте 600 мл воды и нагрейте ее до кипения. В кипящую воду влейте осторожно тонкой струей 2,2 мл химически чистой серной кислоты (уд. вес 1,84), затем осторожно из колбы приливайте крахмальное молоко. Если кипение жидкости прекратится, приостановите вливание крахмального молока, иначе начнется клейстеризация. Если произойдет клейстеризация, нужно прекратить вливание крахмального молока и продолжать кипятить массу до тех пор, пока не исчезнет клейстер. Только после этого постепенно приливайте крахмальное молоко. Как только жидкость снова закипит, начинайте медленно вливать крахмальное молоко, все время помешивая. Крахмальное молоко необходимо взбалтывать, иначе крахмал осядет на дно колбы.

По окончании вливания крахмального молока заметьте время и продолжайте кипятить жидкость в течение полутора часов. В случае выкипания жидкости прибавляйте воду, сохраняя первоначальный объем.

Через полтора часа возьмите ложкой или пипеткой немного жидкости и влейте ее в маленькую фарфоровую чашечку, дайте остыть, а затем прилейте 1—2 капли раствора йода. Наблюдайте за изменением цвета жидкости. Если жидкость окрасилась в синий цвет, нагревание продолжайте не менее получаса, так как крахмал еще не весь гидролизовался. Если же жидкость приняла красно-бурую или бурую окраску, значит, крахмал гидролизовался, но в растворе имеется декстрин, в этом случае нагревание продолжайте еще 15—20 минут, после чего возьмите пробу в маленький стаканчик, в котором налито немного чистого этилового спирта, и наблюдайте. По-

явление мути указывает на наличие следов декстрина. Нагревайте раствор еще 5 минут и процесс получения глюкозы на этом заканчивайте.

Патока готова, но в ней находится свободная серная кислота, которую необходимо удалить; это достигается нейтрализацией при помощи углекислого кальция. 2 г чистого мела и 3 г тонко размолотого мрамора разболтайте в воде и по ложечке прибавляйте в раствор патоки, все время размешивая. Происходит вскипание и шипение раствора. Приливание продолжайте до тех пор, пока не прекратится шипение и вскипание. Затем возьмите пробу на лакмус или конго красное.

По окончании нейтрализации жидкость оставьте отстаиваться. Осветленный раствор осторожно слейте с осадка на полотняный фильтр. Осадок фильтруйте отдельно. Если жидкость получится мутная, ее профильтруйте еще раз через полотняный фильтр, предварительно хорошо промытый в горячей воде.

Прозрачную бесцветную жидкость слейте в какой-либо широкий сосуд (большую фарфоровую чашку, миску и т. п.) и выпаривайте, подложив под дно чашки асбестированную сетку. Прокладка необходима для того, чтобы нагревание шло равномерно и патока не подгорала. Выпаривание проводите до тех пор, пока удельный вес патоки будет равен 1,45. Если не представляется возможным определить удельный вес патоки при помощи ареометра, определение ее готовности можно сделать на глаз. После того как жидкость упарится до половинного объема, возьмите немного патоки на ложечку, дайте ей остыть, затем осторожно сливайте ее и наблюдайте за падением капель. Если капля падает с ложки и тянет за собой нить жидкости, которая после падения капли подтягивается вверх к ложечке, то патока готова.

Патока, выпускаемая заводами, должна иметь удельный вес не ниже 1,42 и не выше 1,47. Кислотность допускается до 0,04%, но вообще этого нужно избегать и давать совершенно нейтрализованную патоку. Наличие глюкозы определяется при помощи фелинговой жидкости.

Для того чтобы получить кристаллическую глюкозу, необходимо жидкость после окончательного вливания крахмального молока кипятить еще 3—4 часа и только после этого нейтрализовать.

После выпаривания и доведения жидкости до удельного веса 1,45 масса густеет, а через сутки кристаллизуется и затвердевает.

## 10. ПОЛУЧЕНИЕ САХАРА ИЗ СВЕКЛЫ

Сахар, который вы ежедневно употребляете, относится к группе дисахаридов (сахароза)  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . Большое его количество находится в сахарном тростнике и сахарной свекле. В нашей стране сахар преимущественно вырабатывается из сахарной свеклы. Для получения сахара возьмите белую сахарную свеклу, она содержит 15—19% сахара, а красная свекла только 6—8%. Обрежьте корешки и стебель с остатками листьев, тщательно вымойте свеклу и отвесьте 1 кг. Подготовленные корни измельчите на обыкновенной терке с крупными отверстиями.

Для извлечения сока из свеклы возьмите три стакана или колбы емкостью от 500 до 1000 мл, перенумеруйте их, одну треть натертой свеклы поместите в первый стакан и налейте в него воды (вода должна покрывать свеклу). Нагревайте в течение 10—15 минут до температуры 70—75°, затем жидкость слейте во второй стакан и внесите в него вторую треть натертой свеклы. Оставшуюся в первом стакане свеклу залейте теплой водой. Оба стакана нагревайте до температуры 70°, после чего сок из второго стакана слейте в третий, а из первого стакана во второй. В первый стакан налейте свежей теплой воды. В третий поместите оставшуюся нарезанную свеклу. Жидкость во всех трех стаканах нагревайте до 70°, после этого жидкость из третьего стакана перелейте в отдельный сосуд, а оставшуюся в стакане свеклу также промойте еще раз. Свекольный сок, полученный из всей нарезанной свеклы, слейте в общий сосуд, прибавьте в него 2-процентный раствор гашеной извести и нагревайте до 60—70° в течение 10 минут, все время помешивая. Через некоторое время в охладившуюся жидкость пропускайте углекислый газ в течение 15 минут. Находящаяся в растворе известь перейдет в углекислый кальций и выпадет в осадок.

Всю массу жидкости фильтруйте сначала через полотно, а затем через бумажный фильтр, желательнее под уменьшенным давлением, при помощи воронки Бюхнера и водоструйного насоса или аспиратора. В полученный фильтрат прибавьте немного 0,2-процентного раствора из-



вести и снова пропускайте углекислый газ, после чего фильтруйте.

Получается чистый прозрачный фильтрат, который упаривайте в открытом широком сосуде. Когда удельный вес упариваемой жидкости будет 1,65, выпаривание прекратите и оставьте кристаллизоваться, хотя бы в течение суток, а затем снова выпаривайте до уд. веса 1,92—1,93. В сосуде образуется утфель, который состоит из кристаллического сахара и патоки, его поместите в центрифугу (если таковая имеется в школе) или фильтруйте в горячем состоянии под уменьшенным давлением, как было указано выше.

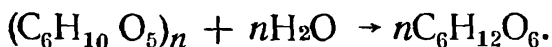
Полученный сахар промойте небольшим количеством воды и высушите. Фильтрат вместе с промывной водой снова упаривайте и, если выпадут кристаллы сахара, поступайте так же, как с утфелем.

Получив кристаллы сахара, взвесьте и подсчитайте выход готовой продукции.

В заключение изготовьте стенд, на котором прикрепите образцы сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, отражая стадии производства (стружка, диффузорный сок, сироп, утфель, кристаллы сахара, патока). Кроме того, на стенде прикрепите краткое описание технологического процесса.

## 11. ГИДРОЛИЗ КЛЕТЧАТКИ

Древесные опилки, желательны еловые, просушите в сушильном шкафу при температуре 105—110° до постоянного веса. Затем поместите 25 г сухих опилок в большую колбу и прилейте в нее 175 мл 55-процентного раствора серной кислоты (уд. вес 1,45). Жидкость кипятите в течение одного часа. Во время нагревания колбу встряхните несколько раз (осторожно). Через час в колбу налейте 1,5 л воды и продолжайте кипятить в течение 2—2,5 часа. Происходит следующая реакция:



Когда жидкость остынет, фильтруйте через ткань. Фильтрат нейтрализуйте известковым молоком до тех пор, пока лакмус не даст отрицательную реакцию на кислоту. Определите при помощи жидкости Фелинга наличие глюкозы в полученном растворе.

Для получения кристаллического сахара требуется обработать во много раз большее количество древесных опилок.

## 12. ИСКУССТВЕННОЕ ВОЛОКНО И ЕГО ПОЛУЧЕНИЕ

Искусственное волокно изготавливается из природных высокомолекулярных соединений, например, полисахаридов.

Из природных полисахаридов для получения искусственного волокна используется главным образом целлюлоза, которая, как известно, выделяется из древесины и поэтому является довольно дешевым сырьем. Одна тонна древесины дает возможность изготовить 2—3 тысячи квадратных метров шелковой ткани или 5—6 тысяч пар чулок. Из целлюлозы различными способами химической обработки можно изготовить разные виды искусственных волокон: медно-аммиачное, ацетатное и так называемое вискозное. Технологический процесс производства состоит из трех стадий: приготовление прядильного раствора, формование волокна из раствора и отделка полученного волокна.

Вы можете получить искусственное волокно по медно-аммиачному способу. Сначала приготовьте 5-процентный раствор медного купороса, а также 5- и 30-процентные растворы едкого натра. После этого к 50 мл раствора медного купороса влейте 5-процентный раствор едкого натра до нейтрализации (проба на лакмус) и получите гидрат окиси меди. Когда полученный гидрат окиси меди отстоится и верхний слой просветлеет, жидкость слейте, а гидрат окиси меди промойте дистиллированной водой несколько раз до тех пор, пока не будет удален полностью сернокислый натрий (на это потребуется около 2 л дистиллированной воды). По мере промывания берите пробу и проверяйте на хлористый барий. При вливании в жидкость хлористого бария не должно быть никакой мути.

После промывания гидрат окиси меди растворите в 25 мл концентрированного раствора аммиака (25-процентного), после чего в этот раствор внесите от 0,3 до 0,5 г гигроскопической ваты или фильтровальной бумаги. Колбу закройте пробкой и встряхните несколько раз до полного растворения ваты. Если вата растворяется мед-

ленно, перемешайте ее стеклянной палочкой с резиновым наконечником (чтобы не разбить колбу).

В результате растворения образуется однородная вязкая масса темно-синего цвета. Ее отфильтруйте через стеклянную вату, после чего приступите к вытягиванию нити. В стеклянную или глиняную ванну (можно исполь-

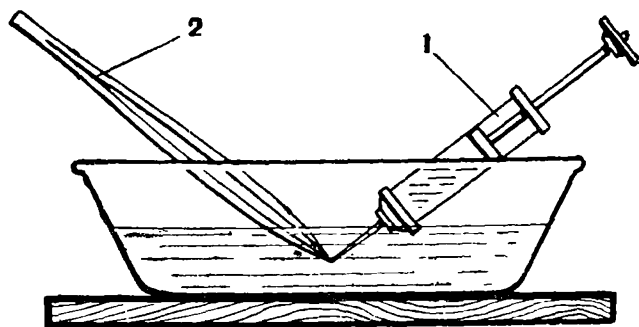


Рис. 32. Ванна для вытягивания волокна.

зовать кристаллизатор) налейте 30-процентный раствор едкого натра. В маленькую фарфоровую чашку налейте из колбы немного коллоидного раствора клетчатки и добавьте дистиллированной воды, чтобы раствор не был густым. Этот раствор наберите в медицинский шприц тонкой иглой и, внося его в ванну со щелочью, медленно надавливайте на поршень. Первые капли коллоидного раствора коагулируют со щелочью и образуют нить, которую захватите пинцетом (рис. 32) и проведите через всю ванну, слегка давя все время на поршень шприца. Из ванны со щелочью нить пропустите через 20-процентный раствор серной кислоты для обесцвечивания волокна.

Чтобы получить более длинную нить, требуется некоторая сноровка. Нить наматывайте на стеклянную палочку. Получается блестящая прозрачная нить медно-аммиачного шелка.

Можете приготовить искусственное волокно другим способом.

Отвесьте 1,5—2 г основной углекислой меди и основательно промойте в дистиллированной воде, затем промытую соль растворите в 10—12 мл раствора аммиака (25%) до насыщения. В этот раствор опустите до 0,5 г

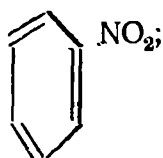
ваты и встряхивайте колбу до тех пор, пока вся вата не растворится (лучше оставить стоять на несколько часов и периодически встряхивать). Образуется синяя сиропообразная масса.

Возьмите 2 мл этой массы и прибавьте к ней 5—7 мл дистиллированной воды, размешайте стеклянной палочкой и наполните этим раствором шприц. В фарфоровую чашку налейте 10—15 мл 20-процентного раствора серной кислоты и пропускайте через нее раствор из шприца, вытягивая нить.

Вначале волокно получается синего цвета, но затем постепенно обесцвечивается. Когда волокно обесцветится, его намотайте на стеклянную палочку.

### 13. ПОЛУЧЕНИЕ НИТРОБЕНЗОЛА И АНИЛИНА

#### Получение нитробензола.



Круглодонную колбу закрепите на штативе и подведите под нее ванну с холодной водой, затем в колбу налейте 12 мл серной кислоты (уд. вес 1,84). Размешивая жидкость стеклянной палочкой, малыми порциями вливайте азотную кислоту (уд. вес 1,4). Полученную смесь оставьте на некоторое время (до полного охлаждения). В смесь кислот постепенно прилейте 7,5 мл бензола, все время помешивая. Следите за температурой жидкости. Если температура подыметя выше 50—60°, приливание прекратите и ждите, пока смесь не остынет.

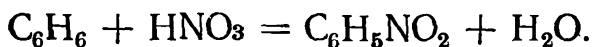
Когда процесс вливания будет окончен, на колбу установите на пробке стеклянную трубку 50—60 см длиной и 8 мм диаметром, которая будет служить обратным воздушным холодильником.

Под колбу подставьте водяную баню, которую нагревайте в течение 35—40 минут до температуры 60° (термометр держите в воде ванны).

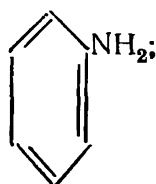
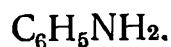
Нагревание прекратите, жидкости дайте остыть и затем перелейте ее в делительную воронку, закрепленную

на штативе. В воронке образуется два слоя: верхний — нитробензол, нижний содержит кислоты, не вошедшие в реакцию. Кислоты слейте, а нитробензол оставьте в воронке. Промойте его сначала 6-процентным раствором едкого натра, а затем водой. Так как удельный вес нитробензола равен 1,2, то в смеси с водой он будет находиться снизу.

Промытый нитробензол поместите вместе с гранулированным хлористым кальцием в сухую колбу с обратным воздушным холодильником и нагревайте на водяной бане до полного просветления жидкости. Чтобы окончательно очистить нитробензол, перелейте его в колбу Вюрца и перегоните с водяным холодильником при температуре 205—210°. Получается чистый нитробензол с резким, но приятным запахом. В процессе нитрования бензола происходит следующая реакция:

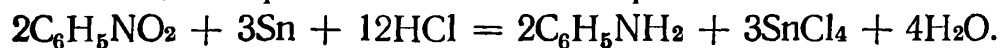


Получение анилина



Анилин получается восстановлением нитробензола в амин. Реакция восстановления протекает в присутствии олова, цинка или железа и соляной кислоты. В промышленности используют наиболее дешевый продукт — железо (стружки). В лабораторных условиях для получения небольших количеств анилина можно использовать зеренное олово. При отсутствии зерненого олова вы его можете приготовить сами. В металлическом тигле или металлической ложке расплавьте олово и с высоты одного метра расплавленный металл по каплям вливайте в холодную воду.

Реакция образования анилина протекает так:



В круглодонную колбу на 250 мл налейте 10 мл нитробензола и туда же осторожно опустите 20 г зерненого олова. Постепенно в колбу приливайте 4 мл соляной кислоты (уд. вес 1,19) и сейчас же закрывайте колбу пробкой с вставленной в нее длинной стеклянной труб-

кой. Смесь взболтайте и затем следите, чтобы она не перегревалась. Как только смесь закипит, колбу сейчас же внесите в холодную воду для ослабления бурной реакции. Когда жидкость придет в нормальное состояние, в нее еще прибавьте 4 мл соляной кислоты и поступайте так же, как в первом случае. Далее добавление соляной кислоты продолжайте отдельными порциями по 4 мл до тех пор, пока не будет прибавлено 24 мл; дальнейшее прибавление можно вести по 8 мл.

Под конец реакции смесь нагревайте некоторое время (около часа) на водяной бане, затем нагревание прекратите; в еще не остывшую жидкость прилейте 20 мл воды и начинайте постепенно вливать 40 мл 75-процентного раствора едкого натра или едкого кали. В конце процесса жидкость испытайте 1-процентным раствором фенолфталеина в спирте. Жидкость должна показать сильную щелочную реакцию. Если жидкость при приливании едкого кали или едкого натра начинает закипать, то колбу охладите холодной водой. После этого жидкость снова нагрейте.

По окончании вливания едкого кали или едкого натра колбу соедините с холодильником Либиха. Через жидкость пропустите пар, который конденсируется вместе с анилином и проходит в приемник. Анилин в виде масла будет находиться под водой, так как его удельный вес 1,022.

Когда вы заметите, что при перегонке идет совершенно прозрачная жидкость, смените приемник и соберите еще некоторое количество конденсата. Обе смеси слейте вместе и на каждые 10 мл жидкости прибавьте 2,5 г чистой поваренной соли. Жидкость тщательно размешайте и добавьте эфир, который растворяет анилин.

Эфирный раствор анилина отделите от воды и для просушки внесите в него несколько кусочков едкого кали, после чего приступите к разгонке на водяной электрической бане. С эфиром нужно обращаться осторожно, так как он может воспламениться. Во время опыта с эфиром в комнате не должно быть зажженных ламп, свечей и т. п.

Температура кипения этилового эфира 34,5°, а анилина — 182°.

Для лучшей очистки анилина его перегоняют на масляной бане при температуре 180—185°.

## 14. ОРГАНИЧЕСКИЕ КРАСИТЕЛИ И ИХ ПОЛУЧЕНИЕ

Все красители можно разделить на две группы: естественные, которые выделяются из растений или животных, и искусственные, приготавливаемые синтетическим путем.

В древние времена люди пользовались для своих нужд естественными красителями.

Наиболее распространенным красителем было индиго (синяя краска), которое добывалось из зеленых листьев и стеблей растения вайда, индигоноска красильной.

В Греции и Риме был известен другой краситель— пурпур, который добывался из морского моллюска мурекс.

Искусственные красители, в большинстве своем, получают из продуктов сухой перегонки каменного угля и переработки нефти.

Перед получением того или иного красителя вам необходимо теоретически ознакомиться по соответствующему руководству с составом, строением, свойствами и получением этого вещества.

**Получение анилинового голубого.**

Анилиновый голубой относится к трифенилметанову ряду, он применяется для крашения шерсти и шелка.

Приготовьте 50 мл. соляной кислоты уд. веса 1,14. В колбу внесите 5 г фуксина, 50 г чистого анилина, 1,5 г безводного уксуснокислого натрия и 0,6 г бензойной кислоты. Колбу закройте пробкой с двумя отверстиями, в одно из которых вставьте термометр, а в другое — стеклянную газоотводную трубку. Колбу поместите на масляную баню и медленно нагревайте. Доведя температуру до 180°, продолжайте нагревание в течение 1,5 часа. По истечении этого времени возьмите пробу: несколько капель растворите в этиловом спирте и капните этим раствором на фильтровальную бумагу. Если на бумаге не образуется синего оттенка (при дневном свете), нагревание прекратите. Горячую жидкость вылейте в стакан и прилейте туда же соляной кислоты (уд. вес 1,14). Образуется темно-синий осадок, который в горячем состоянии отсосите при помощи воронки Бюхнера и водоструйного насоса. Осадок промойте горячей водой слабо подкисленной соляной кислотой, после чего сушите в сушильном шкафу.

Полученное вещество является анилиновым голубым или анилиновым синим красителем.

### Получение малахитового зеленого.

Малахитовый зеленый относится к тому же ряду красителей, как и анилиновый голубой.

Сначала приготовьте лейкооснование (тетраметил-диамино-трифенилметан) — бесцветные кристаллы. В фарфоровую чашку налейте 15,2 г свежеперегнанного диметиланилина, 7 г бензальдегида и 5 г безводного (в порошке) хлористого цинка. Чашку установите на водяную баню и нагревайте в течение 1—1,5 часа, время от времени помешивая<sup>1</sup>.

Через некоторое время жидкость начнет густеть. По окончании нагревания вязкую массу растворите горячей водой и в горячем состоянии перелейте в колбу, затем при помощи пара (рис. 33), как было указано выше, отгоните непрореагировавший диметиланилин и бензальдегид. Жидкость охладите и дайте отстояться. Осадок промойте холодной водой несколько раз. В эту же колбу прилейте спирт и смесь нагрейте на водяной бане, после чего раствор отфильтруйте в горячем состоянии и фильтрат оставьте на сутки в холодном помещении.

По прошествии суток образовавшиеся бесцветные кристаллы отсосите при помощи воронки Бюхнера и водоструйного насоса, слегка промойте спиртом и высушите на фильтровальной бумаге на воздухе. Если после долгого стояния на холоде не будут выпадать кристаллы, а образуется масло, то в колбу добавьте немного спирта и нагрейте до растворения масла, а затем оставьте кристаллизоваться.

Следующей операцией является получение красителя малахитовый зеленый. 5,5 г полученного сухого лейкооснования всыпьте в круглодонную колбу, прилейте 40 мл 8-процентной соляной кислоты и нагревайте до тех пор,

---

<sup>1</sup> При длительном нагревании лучше всего пользоваться водяной баней с электрическим нагревом и уровнем. Баню соединяют при помощи резиновой трубки с водопроводным краном и регулируют приток холодной воды с таким расчетом, что сколько испарится воды из бани, столько должно в нее поступить. Если в школе нет бани с уровнем, то необходимо следить за выкипанием воды в бане и своевременно ее доливать, иначе, когда вода выкипит, температура сильно подымется, и опыт может не получиться.



пока не растворится лейкооснование. В полученный раствор прилейте 400 мл воды и охлаждайте льдом, доводя температуру жидкости до 0—1°. В раствор внесите 4,5 г свежеприготовленной  $\text{PbO}_2$ <sup>1</sup> в 15 мл воды и взбалтывайте.

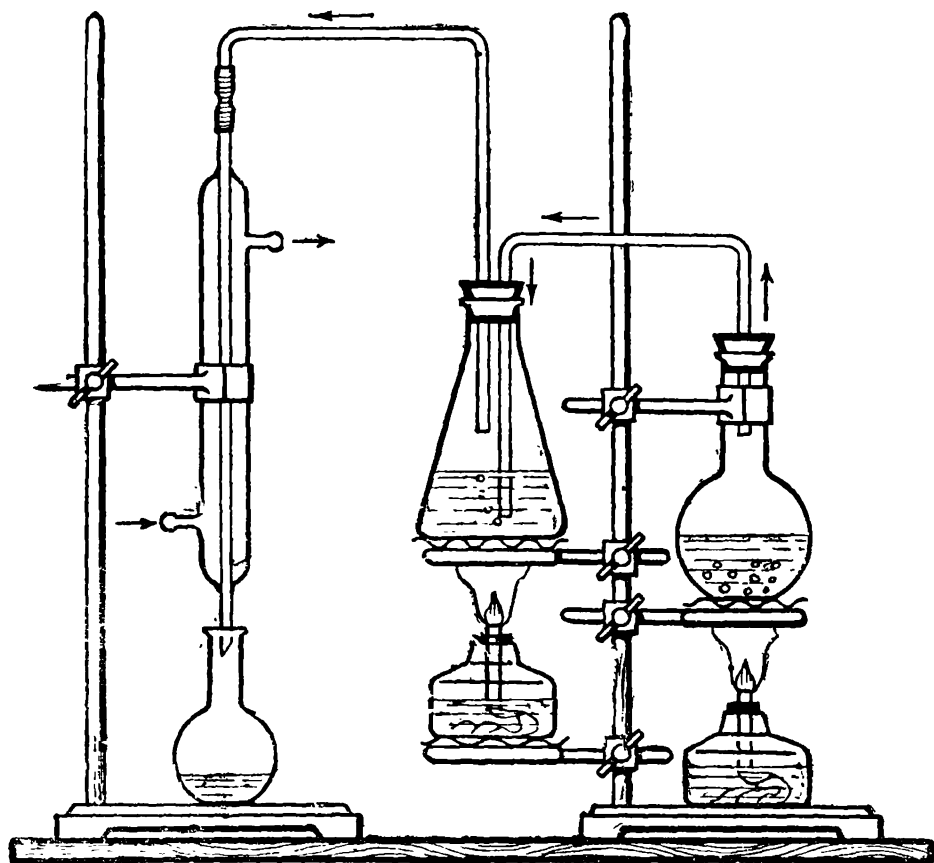


Рис. 33. Прибор для отгона диметиланилина.

К полученному раствору красителя прибавьте концентрированный раствор хлористого цинка. Двойную соль полученного красителя и хлористого цинка выделите в осадок при помощи насыщенного раствора чистого хлористого натрия. Образуется осадок красителя, который отсосите при помощи воронки Бюхнера и водоструйного насоса.

<sup>1</sup> Чтобы приготовить  $\text{PbO}_2$ , берут 8 г уксуснокислого свинца, растворяют в 40 мл воды, добавляют щелочи до образования плюмбита и приливают раствор  $\text{NaCl}$ . Смесь размешивают в течение 20 минут, затем нагревают до 70—75°. Выпадает осадок, который отсасывают при помощи воронки Бюхнера и водоструйного насоса, промывают водой и сушат.

Осадок растворите в горячей воде, охладите и снова отсаливайте насыщенным раствором хлористого натрия.

### Получение метилового оранжевого.

Метиловый оранжевый, как его неправильно называют метилоранж, является индикатором для кислоты и щелочи. В щелочной среде он имеет желтый цвет, а в кислой — красный. Как краситель применяется редко.

Сначала приготовьте раствор хлористоводородного диметиланилина. Для этого растворите 3 г диметиланилина в 15 мл воды и прибавляйте при размешивании небольшими порциями концентрированную соляную кислоту до тех пор, пока раствор не будет нейтрализован. Соляной кислоты (уд. вес 1,19) потребуется около 3—3,5 мл.

Убедиться в том, что раствор нейтрализован полностью, можно только при помощи фуксиновой бумажки, которая в присутствии свободной соляной кислоты обесцвечивается. Поэтому после каждого прибавления в раствор соляной кислоты делайте пробу на фуксиновую бумажку<sup>1</sup>. При отсутствии фуксина используйте бумажку, окрашенную в конго красное, которое от присутствия кислоты синее.

Когда раствор хлористоводородного диметиланилина будет готов, в колбу на 300 мл внесите 5 г просушенной на водяной бане сульфаниловой кислоты, 1,75 г безводного углекислого натрия и 75 мл воды. Смесь осторожно размешайте стеклянной палочкой с резиновым наконечником и прилейте в нее раствор чистого азотисто-кислого натрия (2,1 г соли в 10 мл воды).

Раствор хлористого диметиланилина охладите до 0° и в него при постоянном помешивании влейте диазотированный раствор.

Жидкость размешивайте в течение 20 — 30 минут и подщелачивайте раствором едкого натра до нейтральной реакции. Через некоторое время начинают выпадать оранжевые кристаллы.

---

<sup>1</sup> Для приготовления фуксиновой бумажки возьмите небольшое количество фуксина (с крупное зерно), разотрите его в ступке с водой, раствор перенесите в небольшую колбочку, долейте до 100 мл водой и нагрейте. Когда жидкость нагреется, в нее внесите нарезанные листочки фильтровальной бумаги, которая должна окраситься до бледно-розового цвета, после чего бумагу высушите.

Так же поступайте при окраске бумаги красителем конго красное.

Для полного осаждения кристаллов метилового оранжевого раствор оставьте стоять в течение суток, после чего осадок отсосите при помощи воронки Бюхнера и водоструйного насоса или aspirатора. Готовую продукцию подсушите в сушильном шкафу при температуре 25—30°.

## 15. КРАШЕНИЕ ТКАНЕЙ

Существует несколько способов крашения тканей и пряжи. К ним относятся: прямое, или субстантивное, протравное, ледяное, кубовое и сернистое. Все они основаны на свойствах красителей и их отношении к тому или иному виду волокна.

Прямое, или субстантивное, крашение.

Проведите опыт прямого крашения субстантивным красителем конго красное.

Возьмите полосу хлопчатобумажной ткани (длиной 15—20 см и шириной 8—10 см), взвесьте, затем отстирайте ее в горячей воде с содой или мылом, сполосните в чистой холодной воде. Отвесьте 4% от веса ткани красителя конго красное (или какого-либо другого), всыпьте его в стакан и налейте теплой воды в количестве, превышающем вес ткани в 25—30 раз.

Раствор красителя размешайте и опустите в него влажную ткань, стеклянной палочкой вращайте ее и следите за тем, чтобы она была вся погружена в краску. В таком состоянии оставьте ее на 10—15 минут при комнатной температуре, а затем начинайте нагревать раствор, доведя его до температуры 95—96°. Продолжайте при этой температуре нагревать в течение 20 минут, все время вращая ткань и следя, чтобы она была вся покрыта раствором красителя, иначе окраска будет неровной.

Через 20 минут внесите в раствор красителя чистую поваренную соль (16—20% от количества взятой воды). Когда соль растворится, раствор красителя вместе с тканью нагревайте в течение 30 минут, после чего ткань выньте, промойте несколько раз в холодной воде и высушите.

Чтобы вам было ясно, какую роль играет в крашении поваренная соль, сравните окраску ткани до и после закрепления ее поваренной солью. Отрежьте небольшой

кусочек ткани, когда она окрашена, но не закреплена, промойте в холодной воде и сравните с закрепленной тканью.

### Л е д я н о е к р а ш е н и е.

Сущность ледяного крашения заключается в том, что некоторые азокрасители, нерастворимые в воде, образуются из исходных материалов прямо на волокне; этот процесс происходит при пониженной температуре.

В литровую колбу налейте 25 *мл* 15-процентного раствора едкого натра и всыпьте 12 *г* бета-нафтола. Эту смесь размешайте стеклянной палочкой и затем постепенно вливайте в колбу горячую воду (500 *мл*). Раствор нагрейте до кипения и охладите. Отдельно растворите в 60 *мл* кипящей воды 7 *г* паранитроанилина и 5 *мл* соляной кислоты (уд. вес 1,19). Колбу с раствором поместите в сосуд со льдом и все время размешивайте, затем прилейте еще 5 *мл* соляной кислоты той же концентрации. Для понижения температуры до 0° в раствор добавьте кусочки льда и постепенно через воронку с длинной трубкой влейте 26 *мл* двунормального раствора нитрита натрия, после этого раствор оставьте на 10 минут, а затем фильтруйте.

Перед тем как в раствор опустить ткань, пропитанную бета-нафтолом, в фильтрат к последнему прибавьте 15 *г* уксуснокислого натрия. Раствор размешайте и добавьте до 500—600 *мл* воды.

Внесение в раствор уксуснокислого натрия имеет целью заменить свободную соляную кислоту уксусной, так как соляная кислота неблагоприятно отражается на сочетании бета-нафтола с паранитроанилином. В то же время устойчивость диазосоединения лучше обеспечивается соляной кислотой. Вот почему уксуснокислый натрий вносится в раствор в последний момент. Когда вы приготовите оба раствора, начинайте крашение.

Возьмите чистую хлопчатобумажную ткань (0,5 *м* длины и 8—10 *см* ширины), оба конца ткани закрепите на стеклянных или деревянных палочках, как указано на рисунке 34. В большую ванну поместите малую и промежуточные между ними заполните кусочками льда. В малую ванну налейте тепловатый раствор бета-нафтола и внесите в натянутом состоянии ткань, все время сматывая ее то на одну палочку, то на другую и проводя через жид-

кость. Это проделывайте до тех пор, пока ткань не пропитается равномерно.

По окончании пропитки ткани бета-нафтолом ее высушите в сушильном шкафу в натянутом положении при  $60^{\circ}$ .

Приготовленный раствор паранитроанилина влейте в ту же ванну, где был раствор бета-нафтола, или в другую

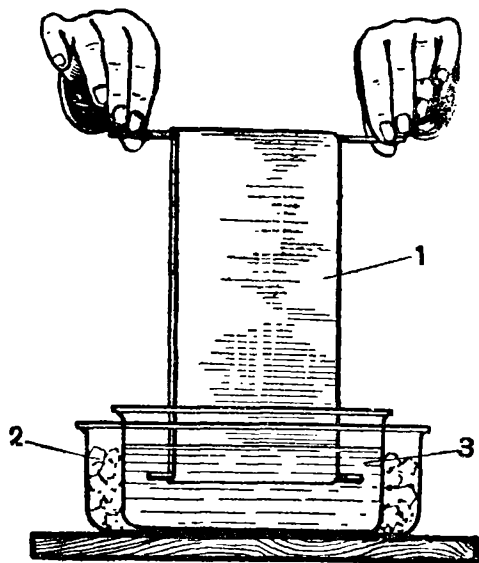


Рис. 34. Ванна для крашения:

1 — ткань; 2 — лед; 3 — краситель.

такую же ванну и проведите нафталированную и высушенную ткань через этот раствор до тех пор, пока она не примет соответствующую окраску, после чего промойте ткань в нескольких водах и высушите при  $60^{\circ}$ .

Краситель, образовавшийся на волокне при ледяном крашении, более устойчив к свету, воде и трению, чем при субстантивном.

**Протравное крашение.**

Многие из красителей непосредственно не закрепляются на во-

локне и требуют применения особых закрепляющих веществ. Эти вещества называются протравами. К ним относятся различные виды квасцов, соли и некоторые органические вещества. Наиболее распространенными считаются алюмокалиевые квасцы, таннин, железный купорос, двуххромовокислый калий (хромпик) и др. Существуют три способа протравного крашения. При первом способе ткань сначала протравляют, а затем красят, при втором — краситель и протраву вносят в ванну одновременно, при третьем способе сначала красят ткань, а затем ее протравляют.

Проведите опыт протравного крашения хлопка и шерсти.

В стакан налейте 1 л воды и всыпьте 10 г таннина, раствор нагрейте до  $80^{\circ}$ , все время размешивая, затем опустите в него вымытую хлопчатобумажную ткань или

пряжу весом до 20 г. Как только ткань будет полностью пропитана раствором, нагревание прекратите и в течение последующих 20—25 минут ткань несколько раз переворачивайте в растворе, после чего ее оставьте в про- траве до следующего дня.

На следующий день ткань выньте из сосуда, отожмите, но не промывайте, затем приготовьте 5-процентный раствор рвотного камня  $[K(SbO)C_4H_4O_6 \cdot H_2O]$  и опустите в него ткань. В этом растворе кипятите ткань в течение 10—15 минут, затем промойте и красьте.

Для крашения 20 г ткани растворите в 400—500 мл воды 0,1—0,15 г основного красителя, например аурамина или родамина В, малахитовой зелени или метил-виолета, сафранина или хризоидина и т. п. К раствору красителя прибавьте 0,4—0,6 мл 10-процентного раствора уксусной кислоты. Хорошо размешав жидкость, погрузите в нее ткань, затем ванну нагревайте в течение 30 минут до температуры 65—70°. По истечении этого времени в раствор прибавьте еще 0,1—0,15 г красителя и снова кипятите в течение 20 минут (во время прибавления красителя ткань из ванны выньте).

После вторичного кипячения в ванну еще раз прибавьте 0,1—0,15 г красителя и продолжайте нагревание до 60—70° в течение 20—25 минут. Процесс крашения окончен. Ткань выньте, промойте сначала в теплой воде, а затем в холодной.

Протравное крашение шерсти происходит несколько иначе. В качестве протравы шерсти применяется глинозем, но чаще хромпик (двуххромовоокислый калий), так как он дает более глубокие и красивые оттенки.

Протравы применяются в зависимости от оттенков. Так, например, для светлых тонов в качестве протравы берут 1% (от веса ткани) хромпика и 1% винного камня; для средних тонов — 3% хромпика и 2,5% винного камня, или 1,5% щавелевой кислоты, или 1% серной кислоты (уд. вес 1,84); для темных тонов — 4% хромпика и 3% винного камня, 2% щавелевой кислоты или 1,5% серной кислоты (уд. вес 1,84). Наиболее равномерное протравление достигается хромпиком с винным камнем.

Проведите опыт крашения шерсти ализарином-цианином зеленым или красным с хромовой протравой.

В фарфоровой чашке с 350 мл горячей воды растворите 0,6 г двуххромовоокислого калия. В другой чашке отдельно

в 100 мл воды растворите 0,4 г винного камня. Оба раствора слейте и в смесь погрузите шерсть. Жидкость с шерстью нагревайте и доведите до кипения.

Нагревание проводите до тех пор, пока ткань не окрасится, а раствор сильно обесцветится.

После протравы ткань промойте в стакане с холодной водой и отожмите, затем перенесите в красильную ванну, которую приготовьте следующим образом: в большой фарфоровой чашке растворите 0,4 г ализарина-цианина или другого красителя. В раствор опустите протравленную ткань, затем нагревайте его, постепенно доведите до кипения. Крашение продолжается до полного извлечения красителя из красильной ванны.

Раствор обесцвечивается.

По окончании крашения ткань промойте и высушите.

**Кубовое крашение.**

Кубовое крашение получило свое название с того времени, как щелочные растворы белого индиго стали называть кубом. Раньше это название применялось только лишь по отношению к индиго, в настоящее время многие красители, свойства которых по отношению к волокну сходны со свойствами индиго, называются кубовыми. Если раньше кубовое крашение ограничивалось синим цветом, то в настоящее время оно имеет широкий диапазон от красного до фиолетового.

Существует несколько способов крашения индиго, но мы остановимся на наиболее распространенном и наименее сложном методе кубового крашения, когда индиго сначала переходит в лейкосоединение (бесцветное вещество), а затем принимает синий цвет.

В ступку налейте 50 мл воды, всыпьте 0,5 г индиго и разотрите. Чтобы быстрее и лучше стиралась масса, нужно прибавить 1 мл этилового спирта. Когда индиго будет растерто, к раствору прибавьте 0,7 г гидросульфита  $\text{NaHSO}_3$  и 1 мл 30-процентного раствора едкого натра. Смесь эту перенесите в химический стакан и нагрейте до 40—50° в течение 20 минут.

Полученный раствор (куб) разбавьте водой в 4—5-кратном отношении, если производите крашение хлопка, и в 10-кратном при крашении шерстяных тканей.

Ткань погрузите в стакан с кубом и нагревайте до 50—55°, все время переворачивая и следя за тем, чтобы

вся ткань была покрыта раствором красителя. Куб нагревайте в течение 1 часа. Цвет жидкости желтый.

Через час ткань выньте из стакана и развесьте на воздухе. Она постепенно принимает синюю окраску (вызревает).

Когда созревание окончится, ткань промойте сначала в подкисленной, а затем в обыкновенной воде и высушите.

Существует еще более простой способ крашения индиго.

Налейте в фарфоровую чашку 20 мл 5-процентного раствора глюкозы и добавьте 2 мл 10-процентного раствора соды и 20—25 мл 1-процентного раствора индигокармина. Раствор нагрейте до кипения, причем синяя окраска раствора переходит в желтую, вследствие восстановления индиго глюкозой.

В чашку с горячим раствором опустите 2—3 г хорошо вымытой ткани и держите ее в этом растворе 10 минут, а затем развесьте на воздухе. Ткань синеет. После 20-минутного держания на воздухе ткань снова опустите в раствор индиго на 10 минут и снова развесьте на воздухе. Так повторите несколько раз. Цвет ткани постепенно становится темно-синим.

## 16. БЕЛКОВЫЕ ВЕЩЕСТВА

Значительную часть животного и растительного организма составляют белковые вещества. Полужидкая масса, называемая протоплазмой, заполняющая растительные и животные клетки, в основном состоит из белкового вещества. Белки содержатся в крови и молоке животных, в семенах и клеточном соке растений и в различных тканях как растений, так и животных.

В зависимости от места нахождения белки имеют различный состав и различную структуру.

Для определения белков существует несколько реакций, например: биуретовая реакция, ксантопротеиновая реакция, реакция на милонов реактив, триптофановая реакция, реакция Молиша, цистиновая реакция и др. Кроме того, наличие белка в растворе можно определить на свертывание: белок куриного яйца /альбумин/ свертывается при нагревании, казеин молока свертывается от прибавления кислоты, при действии спирта свертываются почти все белки.



**Биуретовая реакция.** Приготовьте 3-процентный раствор медного купороса и 12-процентный раствор едкого кали или едкого натра. Растворите белок куриного яйца в 5-кратном объеме воды. К раствору белка прибавьте раствор едкого натра и несколько капель раствора медного купороса. Жидкость окрашивается в фиолетовый или красно-фиолетовый цвет. После того как вы проведете пробу на куриный белок, возьмите продукты, например муку, молоко, хлеб, мясо, и проведите с ними ту же реакцию. Для определения белка в муке поступайте следующим образом: в марлю положите кусочек теста и промывайте (чтобы отмыть белок) его до тех пор, пока вода не станет прозрачной, после этого белок прокипятите и сделайте с ним биуретовую реакцию.

**Ксантопротеиновая реакция.** Возьмите в пробирку раствор белка куриного яйца и прибавьте к нему несколько капель концентрированной азотной кислоты, после чего раствор кипятите, появляется желтое окрашивание, указывающее на присутствие белка.

Для определения белка в каком-либо продукте, например в клейковине, поступайте следующим образом. Сначала замесите из муки тесто, затем отмойте клейковину в воде, как было указано выше; полученную клейковину смочите концентрированной азотной кислотой и нагрейте до появления желтого окрашивания.

**Определение азота в белке.** Для определения азота в белке возьмите кусочек вареного белка куриного яйца, прибавьте двойное количество мелко растертой свежей натронной извести и нагревайте. Выделяется аммиак, который указывает на присутствие азота.

**Определение серы в белке.** Сырой или вареный белок нагрейте до кипения вместе со щелочью и после нагревания добавьте порошок уксуснокислого свинца. Выпадет черный осадок сернистого свинца, указывающий на присутствие серы в испытуемом белке.

**Свертывание белка от нагревания и от спирта.** В пробирку налейте немного белка куриного яйца и добавьте воды, чтобы раствор был достаточно жидким, нагревайте на пламени горелки. Через некоторое время появляются хлопья свернувшегося белка. В другую пробирку налейте раствора белка и добавьте немного крепкого спирта, появляются хлопья свернувшегося белка.

## 17. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА МОЛОКА

Молоко и молочные продукты относятся к наиболее полезным видам питания. Можно питаться почти одним молоком и организм будет себя чувствовать превосходно.

Чем объяснить такое явление?

Нижепомещенная таблица дает вам ответ. Вы увидите, что молоко содержит в своем составе все необходимые элементы питания.

Таблица среднего состава (коровьего) молока:

Вода—87,2%

Сухие вещества—12,8%, в том числе:

Жиры—3,4%

Белки—0,4%

Сахар (молочный)—4,7%

Зола (соли)—0,7%

В состав золы входят соли фосфорной, соляной, серной и лимонной кислот и в незначительных количествах соединения йода и марганца.

В составе молока находятся также витамины А, В, С, D. Как видите, в молоке имеется все необходимое для жизни человека.

Определение качества молока очень важно не только для выяснения наличия фальсификации, но и для его использования. Молоко содержит различное количество жира, поэтому, учитывая процент жира, можно его использовать или непосредственно в пищу или для приготовления масла.

Вы можете провести работу по анализу молока по следующему плану:

- 1) Определение загрязненности молока,
- 2) Определение удельного веса молока,
- 3) Определение кислотности молока,
- 4) Определение сухого остатка в молоке,
- 5) Определение количества жира в молоке,
- 6) Определение молочного сахара.

Приступая к анализу молока, вы должны помнить, что точность взвешивания, аккуратность в работе и абсолютная чистота продуктов — необходимсе условие для получения правильных результатов.

Для исследования берите сырое молоко, надоенное не менее как за пять часов до анализа. Приступая к определению качества молока, его каждый раз следует раз-

мешивать мешалкой, чтобы оно было однородным, иначе результаты будут неправильными. Все процессы исследования подробно записывайте в определенной последовательности.

**Определение загрязненности молока.**

Для определения загрязненности молока поступайте следующим образом: возьмите бутылку без дна, тщательно

ее вымойте и высушите, затем обвяжите горло бутылки двумя медными сеточками с тонкой прослойкой ваты между ними. Вату предварительно просушите при  $105^{\circ}$  в сушильном шкафу и взвесьте на точных весах. Бутылку установите на штативе вниз горлом и налейте в нее 500 мл испытуемого молока (рис. 35), которое процедите через вату, на ней задерживается грязь, находящаяся в молоке. Процесс протекает быстрее, если его вести под уменьшенным давлением. Для этой цели вместо бутылки возьмите фарфоровую воронку с ситчатым дном (воронка Бюхнера), на дно ее положите тонкий слой ваты, вставьте воронку в колбу с боковым отростком (сосалку), к которому присоедините резиновую трубку от водоструйного насоса,

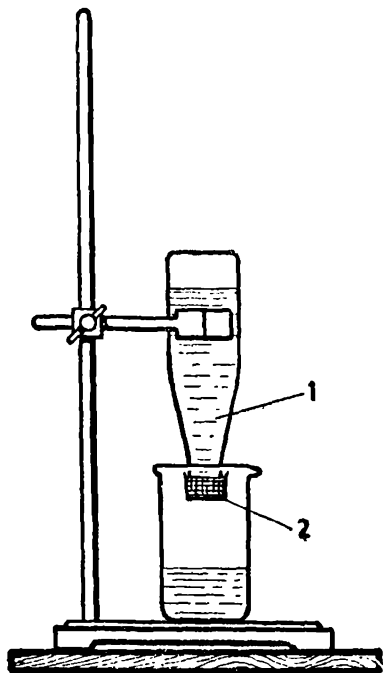


Рис. 35. Прибор для очистки молока от грязи:

1 — молоко; 2 — медная сетка.

соединенного с водопроводным краном или с аспиратором.

Когда молоко процедится, на вате остается грязный осадок. Ватку осторожно снимите с сеточки или воронки, поместите в чистую фарфоровую чашечку и просушите в сушильном шкафу при температуре  $105^{\circ}$  в течение одного часа, после чего ватку с осадком взвесьте и установите разницу в весе. Прибыль в весе показывает количество миллиграммов сухой грязи в 500 мл молока. Полученный

вес умножьте на два, для установления количества примесей в литре молока. Так как в молоке грязь находится с примесью воды в количестве не менее 80%, то для получения истинной картины загрязненности молока вес сухой грязи умножьте на пять и получите истинный вес грязи. Например, вы получили 1 мг сухого остатка при процеживании 500 мл молока, следовательно, в литре молока грязи будет 2 мг, что составляет 20% от количества жидкой грязи. Чтобы установить количество грязи в молоке, составьте пропорцию:

$$2 : 20 = x : 100; \quad x = 10 \text{ мг.}$$

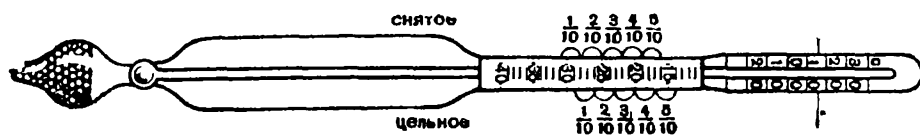


Рис. 36. Лактоденсиметр Кювена.

При содержании более 10 мг грязи в литре молока, последнее не допускается к употреблению.

Если не представляется возможным определить количество грязи по весу, устанавливают загрязненность молока на глаз.

#### О п р е д е л е н и е у д е л ь н о г о в е с а м о л о к а .

Определение удельного веса молока можно проводить различными способами.

Возьмите ареометр для жидкостей тяжелее воды, поместите его в высокий цилиндр, наполненный (не до верха) молоком, и наблюдайте, на каком делении остановился мениск.

П р и м е р : температура молока 15°, ареометр погрузился до деления 1,0322; это значит, что удельный вес молока равен 1,0322; удельный вес натурального молока 1,028—1,034, следовательно, исследуемое молоко не фальсифицировано.

Вместо обычного ареометра лучше пользоваться лактоденсиметром (рис. 36.) Это тоже ареометр, но несколько иной конструкции: в верхней части его находится шкала термометра, показывающая температуру молока, в средней части расположены деления от 15 до 40, указывающие

удельный вес молока. Сбоку, с правой стороны, имеется надпись «цельное» и дробь, указывающие, сколько частей воды прибавлено к молоку. Слева — надпись «снятое» и дробь, которые означают количество воды, прибавленной к молоку.

Показания лактоденсиметра правильны только при температуре молока  $15^{\circ}$ , при других температурах необходимо вносить поправки. На каждый градус температуры выше  $15^{\circ}$  необходимо добавить к показаниям ареометра 0,002 и, наоборот, при температуре молока ниже  $15^{\circ}$  следует от показания ареометра отнять 0,002 на каждый недостающий градус (в пределах  $10-20^{\circ}$ ).

Можно определить удельный вес молока при помощи пикнометра. Возьмите пикнометр на 50 мл. Если пикнометра в школе нет, возьмите мерную колбу на 50 мл, тщательно вымойте ее, просушите и взвесьте на точных весах.

В мерную колбу или пикнометр налейте молока до черты на горле, закройте пикнометр пробкой и взвесьте. Вес молока без веса пикнометра разделите на его объем, т. е. на 50.

В процессе всей работы необходимо следить за температурой воды и температурой молока.

Определение удельного веса не служит еще доказательством натуральности молока. Если будет проведена двойная фальсификация—снятие сливок и добавление воды, то удельный вес фальсифицированного молока будет приближаться к удельному весу нормального молока. Для определения натуральности молока следует провести двойной анализ: на определение удельного веса и количества жира.

**О п р е д е л е н и е с т е п е н и к и с л о т н о с т и м о л о к а .**

В зависимости от продолжительности хранения молока увеличивается степень его кислотности до известного предела, после чего молоко скисает и в осадок выпадает казеин. Для определения степени кислотности существует много способов, но мы остановимся на наиболее простом.

В хорошо вымытую пробирку налейте 10 мл хорошо перемешанного молока и добавьте 20 мл дистиллированной воды, затем прилейте пять капель 1-процентного спиртового раствора фенолфталеина и титруйте 0,1 н

раствором едкого натра, все время помешивая стеклянной палочкой. Когда появится розовое окрашивание, не пропадающее в течение минуты, титрование прекратите. Объем израсходованного едкого натра умножьте на 10 (для пересчета на 100 *мл* молока). Полученное число определяет количество градусов кислотности. Нормальное свежее молоко имеет 21—22 градуса (по Тернеру). Молоко, которое имеет 68 градусов кислотности при кипячении свертывается. Один градус кислотности соответствует содержанию 0,009 г молочной кислоты в 100 *мл* молока.

Чтобы вам яснее представить себе порядок подсчета наличия кислоты в молоке, приведем пример:

Предположим, что при титровании 10 *мл* молока вы затратили 1,7 *мл* 0,1*n* раствора едкого натра. Произведем подсчет:

1 л 0,1*n* раствора содержит едкого натра 4 г, а 1 *мл* —  $4 : 1000 = 0,004$  г.

Таким образом, на титрование молочной кислоты, находящейся в 10 *мл* молока, пошло  $0,004 \cdot 1,7 = 0,0068$  г NaOH.

Молекулярный вес молочной кислоты ( $\text{CH}_3\text{CHONCOOH}$ ) = 90, кислота одноосновная, ее грамм-эквивалент равен 90 г.

Отсюда: 40 г NaOH соответствует 90 г  $\text{CH}_3\text{CHON} \cdot \text{COOH}$

$0,0068$ г	$\gg$	$x$	$\gg$
------------	-------	-----	-------

---

$x = \frac{90 \cdot 0,0068}{40} = 0,0153$  г молочной кислоты содержится в

10 *мл* молока, а в 100 *мл* —  $(0,0153 \times 10) = 0,153$  г.

Один градус Тернера соответствует 0,009 г молочной кислоты, а 0,153 г молочной кислоты соответствует  $0,153 : 0,009 = 17^\circ$  (Тернера).

### Определение сухого остатка в молоке.

Для определения сухого остатка в молоке поступайте следующим образом: широкий небольшой стаканчик с притертой крышкой (бюкс) выложите внутри оловянной или алюминиевой фольгой (от шоколада) и насыпьте в него до  $\frac{1}{3}$  его объема хорошо промытого и прокаленного песка. Стаканчик закройте крышкой и взвесьте. Вес запишите в тетради. В стаканчик влейте 20 *мл* молока и снова взвесьте. Молоко нагрейте на водяной бане, а для окончательного испарения воды поместите на три-четы-

ре часа в сушильный шкаф при температуре 102°. Для ускорения высушивания и удаления жировой корки в стаканчик с молоком перед нагреванием налейте несколько капель чистого спирта (этилового 96°).

После нагревания стаканчик с содержимым взвесьте и установите, сколько испарилось воды и образовалось сухого остатка, который можно определить по разнице весов между последним взвешиванием и первым. В натуральном молоке сухой остаток составляет 10—13% от общего веса молока.

В настоящее время можно довольно точно определить процент сухого остатка молока по стандартной формуле

$$C = \frac{4,8Ж + П}{4} + 0,5,$$

где  $C$  — сухой остаток в процентах,  $Ж$  — содержание жира по показаниям бутирометра,  $П$  — плотность молока (уд. вес).

Предположим, что жира в молоке 3,7%, плотность 1,032 или в градусах ареометра 32, тогда  $C = \frac{4,8 \cdot 3,7 + 32}{4} + 0,5 = 12,94\%$ .

Вы можете использовать эту формулу для опытов нахождения сухого остатка молока.

Следует указать, что не во всяком молоке процент сухого остатка одинаков. Это зависит как от породы скота, так и от состава кормов.

#### Определение количества жира в молоке.

Жир в молоке можно определить различными способами: при помощи извлечения эфиром или по объему. Тот и другой способ требуют специальной аппаратуры.

Второй метод наименее сложен и менее продолжителен, чем первый, и поэтому мы его рекомендуем вам для самостоятельной работы. Этот метод чаще применяется на практике.

Для опыта потребуется четыре бутирометра.

Бутирометр представляет собой толстостенную трубку, несколько сплюсненную с боков в нижней ее части и оканчивающуюся конусом (рис. 37). На узкой части бутирометра нанесено 60 или 70 делений, каждое из которых соответствует 0,1% жира по весу. Бутирометр закрыт резиновой пробкой по винтовой нарезке внутри него.

Перед опытом молоко должно быть хорошо размешано, чтобы не оставалось сливок.

Бутирометры закрепите в штативе и в каждый из них налейте пипеткой по 10 мл серной кислоты (уд. вес 1,81—1,82) 89—91-процентной концентрации. Вливайте кислоту осторожно, чтобы горлышко бутирометра оставалось сухим, затем в бутирометр налейте 11 мл молока и 1 мл чистого амилового или изоамилового спирта (уд. вес 0,815). Бутирометры закройте пробками и несколько раз встряхните, чтобы содержимое хорошо перемешивалось и молоко полностью растворилось в серной кислоте. Все вещества, входящие в молоко, за исключением жира, растворяются в серной кислоте. Перед встряхиванием бутирометры заверните в тряпку, чтобы не обжечь руки, так как серная кислота с молоком нагревается. Кроме того, наденьте предохранительные очки (на случай, если бутирометр лопнет).

Удостоверившись в растворении молока, бутирометры пробкой вниз поместите в ванну с нагретой до 65° водой и затем все 4 бутирометра поместите в центрифугу с таким расчетом, чтобы они были расположены симметрично друг против друга, узким конусом к центру.

Если вы вставите нечетное количество бутирометров, то необходимо в свободный патрон вставить пробирку с водой (рис. 38). Центрифугу вращайте в течение 5 минут, а затем подождите, когда она сама остановится, после чего бутирометры поместите пробкой вниз в ванну с водой температурой 60°. Спустя 5—7 минут бутирометры выньте из ванны острием вверх и рассматривайте. Наверху вы обнаружите слой жира. Легким ввинчиванием или вывинчиванием пробки

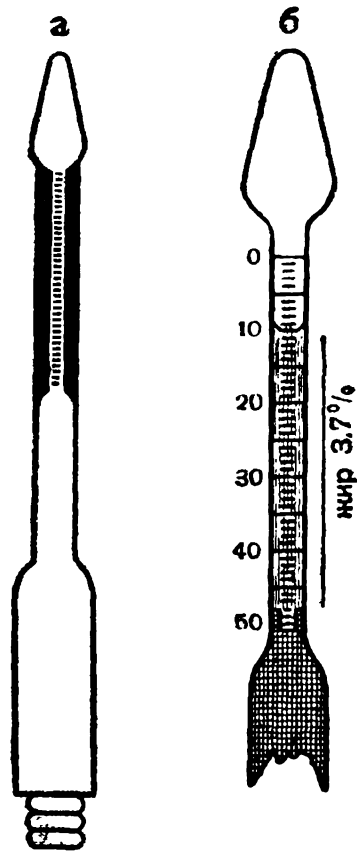


Рис. 37. Бутирометры:  
а — общий вид; б — верхняя часть.



установите жировой слой на нуле (граница жидкости с жиром должна находиться на одной линии с нулевым делением) и определите то деление шкалы, против которого окажется верхний мениск жира.

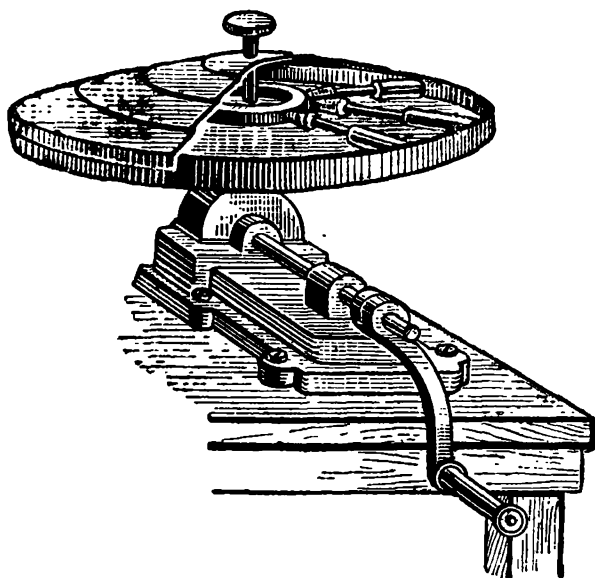


Рис. 38. Центрифуга.

Большие деления означают целые проценты, а мелкие — десятые доли процента.

Если жировой слой окажется мутным, то бутирометры еще раз центрифугируйте. Отсчет ведите быстро, чтобы не застыл жир.

Если жир определялся по лактоденсиметру, то необходимо сравнить полученные результаты с последним опытом. При правильной постановке опыта результаты всех четырех бутирометров должны совпасть.

**Определение количества молочного сахара.**

Эмпирическая формула молочного сахара та же, что и у сахарозы ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ), но строение молекулы иное, т. е. лактоза (молочный сахар) является изомером сахарозы. Лактоза восстанавливает гидрат окиси меди и поэтому присутствие ее в растворе легко обнаружить при помощи жидкости Фелинга. Необходимо также указать, что

молочный сахар подвергается брожению, в результате образуется молочная кислота. Брожение обычно вызывают бродильные грибки, попадающие в молоко из воздуха.

Сырое молоко, находящееся в открытых сосудах, быстро скисает. Для лучшей сохранности молоко кипятят и держат в холодном помещении, так как бродильные грибки наилучшего развития достигают при 18°.

В широкогорлую колбу налейте 100 мл молока и нагрейте его на водяной бане при температуре 35—40°, затем влейте в него 10 мл слабого уксуса той же температуры. Произойдет створаживание. Спустя полчаса баню доведите до кипения и продолжайте кипятить в течение 30 минут. Полученный осадок альбумина, казеина и других белков отфильтруйте под уменьшенным давлением при помощи воронки Бюхнера и водоструйного насоса или аспиратора. К фильтрату для уничтожения кислотности прибавьте небольшое количество мела, тщательно смешайте и снова фильтруйте.

Прозрачный фильтрат выпарите на водяной бане до состояния сиропа; последний оставьте стоять. Через некоторое время выпадают кристаллы молочного сахара, которые необходимо отделить от маточного раствора при помощи фильтрования под уменьшенным давлением или, еще лучше, через центрифугу. Кристаллы высушите между листочками фильтровальной бумаги.

Для доказательства того, что молочный сахар восстанавливает гидрат окиси меди, поступайте следующим образом: в фарфоровую чашку налейте 20 мл сыворотки от молока и прибавьте 10 мл фелинговой жидкости, нагревайте до кипения и кипятите в течение 6 минут. Выпадает красный тяжелый осадок закиси меди, которую взвесьте и определите количество молочного сахара.

Для распознавания фальсификации молока можете провести другие аналитические работы на определение в молоке различных примесей (крахмала, краски, подсолнечного масла и т. п.).

## 18. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА МУКИ

Как вам известно, хлеб изготавливается из муки, но не из всякой муки можно выпечь хороший хлеб. На хлебозаводах имеются химические лаборатории, где иссле-

дуются все исходные материалы, идущие на хлебопечение, в том числе и мука.

В СССР для хлебопечения употребляют главным образом рожь и пшеницу.

Пшеничное зерно по своему составу отличается от ржаного, о чем вы можете судить из приведенных ниже данных.

Пшеничное зерно, высушенное на воздухе, имеет следующий средний состав: воды 15%, белков 1%, углеводов 68,5%, клетчатки 1,9%, солей 1,6% и жира 1,9%.

Состав ржаного зерна: воды 15%, белков 9%, углеводов 70,7%, солей 1,7%, клетчатки 1,9 и жира 1,7%.

Из сравнения этих двух злаков видно, что пшеница обладает большим количеством белков, но меньшим количеством углеводов.

Качество муки в основном зависит от количества и качества клейковины. Чем больше клейковины в муке, тем мука расценивается дороже.

Пшеничная мука содержит большее количество клейковины, чем ржаная, и поэтому выпекаемый из нее хлеб более пористый и легкий, чем ржаной.

Выходом называется количество муки, получаемое при размоле зерна, например 72% выхода обозначает, что из 100 кг пшеницы выходит муки данного сорта 72 кг, а остальное — примеси, отруби и т. д.

Качество муки определяется также по ее зольности. Чем выше в муке зольность, т. е. чем больше в ней содержится минеральных солей, тем качество ее ниже. Например, если в муке зольность 0,5%, то мука высокого качества, при удовлетворении всех остальных требований стандарта, а если она имеет зольность 2,1%, то качество муки довольно низкое.

Наибольшее количество золы дает оболочка зерна, которая главным образом состоит из клетчатки, вещества, почти совершенно неусвояемого человеческим организмом. Вот почему сорта муки, в составе которой имеется большое количество оболочки, считают низшими.

Для определения качества муки вам необходимо сделать ряд аналитических работ.

### Определение влажности муки.

Для определения влажности муки в два фарфоровых тигля с крышками, предварительно точно взвешенных,

насыпьте по 5 г подлежащей анализу муки. Тигли закройте крышками и точно взвесьте, затем оба тигля поместите в сушильный шкаф и нагрейте до температуры 105°. Нагревание продолжайте в течение двух-трех часов при одной и той же температуре, после чего тигли выньте из сушильного шкафа и поместите в эксикатор, затем взвесьте и вес запишите. Тигли снова установите в сушильный шкаф и при той же температуре держите в течение 40 минут, затем выньте и поместите в эксикатор для остывания, а затем взвесьте. Если разница между весами не будет превышать 0,01 г, то приступите к вычислению процента влажности по формуле:

$$x = \frac{(A - B) \cdot 100}{A},$$

где  $A$  — количество взятой навески муки,  $B$  — количество муки, полученное после нагревания.

Предположим, что после просушки вы получили 4,3 г сухой муки. Подставив данные в формулу, получаем:

$$x = \frac{(5 - 4,3) \cdot 100}{5} = 14 \%$$

Нормальная влажность муки, установленная по стандарту, равна 12%. Таким образом, испытываемая мука имеет повышенную влажность.

**Определение зольности муки.**

Для определения зольности муки поступайте следующим образом: в тигель насыпьте 2 г муки, установите его на асбестированную сетку и нагревайте. Нагревание проводите под тягой, так как происходит выделение газов. Следите, чтобы не было воспламенения. Когда все газы будут удалены, приступите к прокаливанию: тигель установите на треугольнике с фарфоровыми муфтами и нагревайте на сильном пламени горелки или еще лучше в тигельной печи. Мука сгорает и в тигле остается зола желтоватого цвета. По окончании прокаливании тигель поместите в эксикатор для остывания, после чего взвесьте. Из веса тигля с золой вычтите вес тигля. Результат покажет количество золы в граммах.

**Определение крупности помола.**

Для определения крупности помола отвесьте 100 г муки, всыпьте в сито и просеивайте, встряхивая в течение двух минут, пока мука не распределится по ситам, после

чего взвесьте остатки муки по ситам и результаты запишите. Вычислите процент помола по мерам сит.

#### Определение свежести муки.

Свежесть муки определяется по вкусу и запаху. Свежая мука не обладает запахом и приятна на вкус.

В стакан с водой, нагретой до температуры 50—60°, всыпьте немного муки и размешайте стеклянной палочкой. Несвежая мука имеет затхлый и кислый запах.

Для определения муки на вкус возьмите ее небольшое количество в рот и хорошо разжуйте. Свежая мука приятна на вкус, без горького или кислого привкуса.

Если при разжевывании мука хрустит на зубах, то в ней много примесей, в частности песка.

#### Определение кислотности муки.

В коническую колбу на 150 мл налейте 40 мл дистиллированной воды и, помешивая стеклянной палочкой, всыпьте 5 г испытуемой муки. Смесь размешивайте до тех пор, пока масса не станет однородной (не должно быть никаких комков). В смесь прибавьте 5 капель 1-процентного раствора фенолфталеина в спирте. Титруйте 0,1 *n* раствором едкого натра. Титрование ведите осторожно, прибавляя щелочь по каплям до тех пор, пока не появится розовое окрашивание, не исчезающее в течение 1—2 минут.

По окончании титрования подсчитайте количество израсходованной щелочи и переведите в градусы кислотности. Под градусами кислотности подразумевается количество миллилитров нормального раствора щелочи, необходимого для нейтрализации кислот, содержащихся в 100 г муки.

Предположим, что на титрование кислоты, находящейся в 5 г муки, вами было израсходовано 2,2 мл 0,1 *n* раствора едкого натра. Сколько пойдет едкого натра на нейтрализацию 100 г муки?  $2,2 \text{ мл} \cdot 20 = 44 \text{ мл}$  децинормального раствора едкого натра, а нормального раствора в 10 раз меньше, т. е.  $44 : 10 = 4,4 \text{ мл}$ .

Таким образом, кислотность испытуемой муки будет выражаться в 4,4 градуса.

Сравните полученный результат с ниже указанными данными: кислотность для свежей муки не должна превышать 2°, мука для немедленного употребления должна иметь кислотность 3,5°, мука несвежая имеет кислотность

не выше  $4,5^\circ$ . Мука испорченная имеет кислотность выше  $4,5^\circ$ . Определите, к какой категории относится исследуемая вами мука.

**Определение качества и количества клейковины.**

Качество муки можно определить по качеству и количеству клейковины. Для определения количества клейковины поместите 50 г муки в фарфоровую чашку, налейте 25 мл воды и стеклянной палочкой замесите тесто. Чашку с тестом перенесите на холод или поставьте на 30 минут в снег, а затем промойте в воде комнатной температуры и постарайтесь отмыть весь крахмал. Промывайте до тех пор, пока промывная вода не станет совершенно прозрачной.

Клейковину высушите, взвесьте и определите ее процентное содержание в муке.

Для определения качества клейковины поступайте следующим образом: в стеклянный цилиндр, которым может служить плоскодонная пробирка диаметром 20—25 мм и высотой 80 мм, положите шарик из отмытой клейковины, а сверху на тонкой палочке установите диск из картона. На стенку пробирки с клейковиной наклейте миллиметровую бумагу для отсчитывания величины поднятия поршня.

Пробирку с клейковиной поместите в другой цилиндр диаметром 25—30 мм и высотой 100 мм. На дно цилиндра положите кусочек пробки, чтобы дно первой пробирки не соприкасалось с дном второй. Обе пробирки поместите в масляную баню и последнюю нагревайте до  $150^\circ$ , после чего нагревание прекратите.

При нагревании клейковина начнет подниматься и поднимать поршень. Чем выше клейковина поднимет поршень, тем выше ее качество. Клейковину можете также определить по запаху, вкусу и растяжимости. Мука хорошего качества дает клейковину желтовато-белого цвета, без запаха и растягивающуюся в нити 20—25 см, причем при замешивании она хорошо отстает от рук и от посуды.

**Определение съедобных примесей.**

В качестве съедобных примесей в пшеничной муке может быть некоторое количество ржаной, ячменной и

кукурузной муки. Определить эти примеси довольно нетрудно при наличии микроскопа: 1 г испытуемой муки размешайте в стакане в 50 мл воды; жидкость нагрейте до 62,5°, затем охладите до комнатной температуры. Одну каплю этой жидкости капните на предметное стекло и осторожно накройте объект покровным стеклом, подведи-

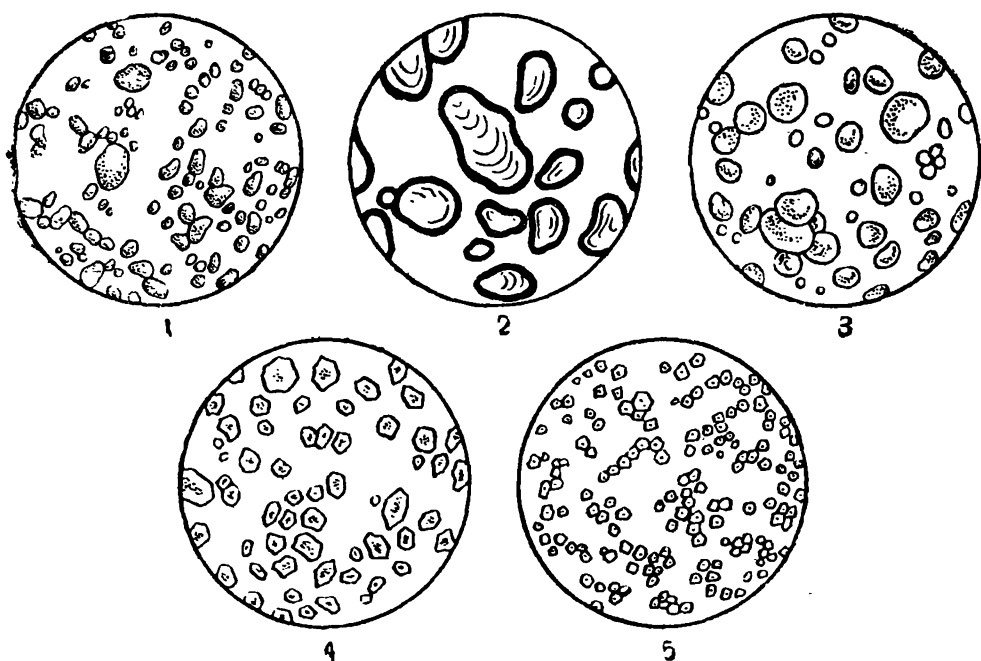


Рис. 39. Крахмальные зерна:

1 — картофельный крахмал, увеличенный в 100 раз; 2 — картофельный крахмал, увеличенный в 300 раз; 3 — пшеничный крахмал, увеличенный в 300 раз; 4 — маисовый (кукурузный) крахмал, увеличенный в 300 раз; 5 — рисовый крахмал, увеличенный в 300 раз.

те препарат под объектив микроскопа и рассмотрите сначала под малым, а затем под увеличением до 300 раз.

В процессе нагревания крахмальные зерна ржи в большинстве своем разбухают, и на них появляются трещины, а крахмальные зерна пшеницы остаются без изменения.

На основании этого исследования можно определить, какие примеси находятся в муке и приблизительно в каком количестве.

Для определения других съедобных примесей ведется также работа с микроскопом, но для этого нужно знать строение крахмальных зерен других злаков.

Ознакомьтесь с крахмальными зернами злаков можно по рисунку 39.

При рассмотрении крахмальных зерен поступайте следующим образом: возьмите немного муки, отмойте крахмал, каплю отмытой жидкости поместите на предметное

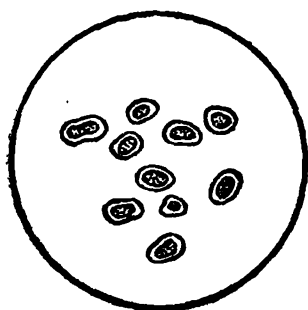


Рис. 40. Споры пыльной головки.

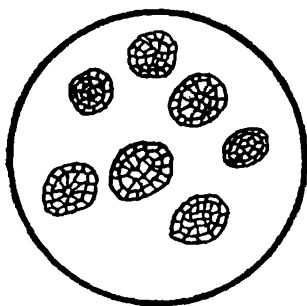


Рис. 41. Споры мокрой головки.



Рис. 42. Грибок спорыньи.

стекло и слегка нагрейте стекло на пламени спиртовой лампы. Нагревать нужно очень осторожно, чтобы стекло лишь слегка нагрелось. Обычно стекло проносят над пламенем два-три раза. Затем на него нанесите каплю глицерина, покройте покровным стеклом и рассмотрите под микроскопом.

**О п р е д е л е н и е н е с ъ е д о б н ы х п р и м е с е й.**

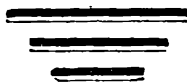
Кроме съедобных примесей, имеются и несъедобные, например голвня, поражающая больше озимую, чем яровую пшеницу. Но встречается так называемая мокрая



или вонючая головня. Примеси этой головни придают муке запах селедки, горький вкус и бурый цвет. Головня этого вида очень вредна. Споры головни имеют довольно плотную оболочку овальной формы (рис. 40). Вонючая головня имеет споры почти круглой формы, с толстой оболочкой, покрытой сетчатым узором (рис. 41). Очень вредной примесью является грибок спорынья (рис. 42), появляющийся на колосьях ржи.

Качество муки понижается не только от наличия примесей, но и от небрежного ее хранения. Хранить муку нужно в сухом, хорошо проветриваемом светлом помещении, и мешки должны лежать на стеллажах в один ряд или стоять.

Через определенные промежутки времени мешки с мукой должны встряхиваться, чтобы она не слеживалась.



---

## Глава VI

### РЕЦЕПТЫ

#### ВЫВОД ПЯТЕН

Для того чтобы вывести то или иное пятно, необходимо знать следующее:

1. Из какой ткани изготовлена одежда (шерстяная, полушерстяная, льняная, хлопчатобумажная, натуральный или искусственный шелк и т. д.).

2. Какого происхождения пятно (масляное, чернильное, ягодное, винное, пигментная или анилиновая краска и т. п.).

3. Сколько времени прошло с тех пор, как появилось пятно.

В зависимости от этих условий применяют различные способы выведения пятен.

Прежде чем выводить пятно с одежды или какой-либо другой вещи, необходимо испытать действие того вещества, которым собираетесь выводить пятно на краску, которой окрашена ткань. С этой целью нужно испытание провести на отдельном кусочке ткани. Если окраска ткани резко изменится, то следует воздержаться от этого средства и использовать другое.

При выводе пятен придерживайтесь следующих правил: под ту часть ткани, где находится пятно, подложите кусок чистой фанеры или стекла; если вещь имеет подкладку, то фанеру закладывайте между тканью и подкладкой. На фанеру поместите кусок чистой тряпки или фильтровальной бумаги. Ткань предварительно хорошо очистите щеткой от пыли.

## Пятна от чернил.

Против чернильных пятен существует несколько средств.

**Первый способ.** Приготовьте 10-процентный раствор перекиси водорода и 10-процентный раствор щавелевой кислоты, затем марлевым тампоном смачивайте пятно раствором перекиси водорода, а потом щавелевой кислотой до тех пор, пока пятно не исчезнет; место, где было пятно, промойте чистой теплой водой.

При выводе пятен марлевый тампон прикладывайте с некоторым нажимом, стараясь избежать втирания.

**Второй способ.** Сначала смочите пятно чистым винным спиртом, затем опустите ткань в теплую уксусную кислоту. После удаления пятна ткань промойте.

**Третий способ.** Приготовьте 15-процентные растворы уксусной и щавелевой кислот и действуйте ими попеременно при помощи тампона. После выведения пятна ткань промойте в чистой теплой воде.

**Четвертый способ.** Сначала смочите пятно холодной водой, а затем протрите кристаллом лимонной кислоты до удаления пятна, затем промойте водой. Можете пользоваться кусочком лимона.

Если чернильное пятно находится на белой хлопчатобумажной или льняной ткани, то его выводят при помощи жавелевой воды.

## Пятна от ржавчины.

Для выведения пятен ржавчины приготовьте 20-процентные растворы щавелевой и лимонной кислот, слейте их вместе, а затем нанесите на пятно до его исчезновения; промойте ткань теплой водой. Вместо этого можете опустить ткань с пятном в концентрированную соляную кислоту, а затем промыть сначала теплой, а потом холодной водой.

## Масляные пятна.

Наиболее трудно выводить масляные пятна, особенно от растительных масел. Эти пятна выводятся главным образом при помощи растворителей.

Перед тем как приступить к выводу пятен, промойте

сначала то место, где находится пятно слабым мыльным раствором, а затем чистой водой и дайте высохнуть.

Наиболее радикальным средством для выведения масляных пятен является смесь хлороформа с четыреххлористым углеродом. Следует помнить, что вдыхание хлороформа действует усыпляюще, поэтому необходима при работе некоторая осторожность. Смешав в небольшом количестве эти два вещества, пропитайте при помощи тампона место ткани с пятном до его исчезновения. Если отсутствует четыреххлористый углерод, то можно использовать один хлороформ и, наоборот, при отсутствии хлороформа можно пользоваться одним четыреххлористым углеродом.

Можете также использовать смесь уксусно-этилового эфира с этиловым эфиром, при этом оба эфира возьмите в равных количествах. (Этиловый эфир огнеопасен, поэтому чистку им нельзя производить, если в комнате имеются горящая керосиновая или спиртовая лампа, зажженная свеча и т. п.) Можете также использовать чистый скипидар. (Абсолютно бесцветный.)

Для вывода застарелых масляных пятен (подсолнечного и других растительных масел) указанные выше средства мало эффективны. В этом случае наилучшим средством является смесь, состоящая из 1 части зеленого мыла, 3 частей бензольного мыла, 10 частей хлороформа, 5 частей сивушного масла и 5 частей этилового эфира.

Минеральные масла можно удалять смесью уксусно-этилового эфира (10 частей) и очищенного скипидара (2 части). Этой смесью пропитайте пятно до его исчезновения. Если пятно застарелое, то примените зеленое мыло; в нем смочите ткань и оставьте в мыле на 24 часа, после чего ткань промойте сначала теплой, а затем холодной водой.

**Пятна от анилиновых красителей.**

Анилиновые красители удаляются с ткани при помощи этилового спирта (ректификата). Возьмите 96-процентный спирт, прибавьте к нему 3-процентный раствор аммиака и этой смесью смочите ткань, а затем промойте холодной водой.

Можете поступить иначе: ту часть ткани, где имеется пятно, опустите в горячий раствор глицерина, а затем промойте теплой мыльной водой.

## Пятна от крови.

Свежие пятна от крови смываются теплым мыльным раствором. Кровяные пятна на белых хлопчатобумажных тканях сводятся жавелевой водой.

## Пятна от вина, ягод и т. п.

Для удаления пятен от вина, ягод, фруктов используйте 0,2-процентный раствор марганцовокислого калия. Сначала ткань смочите при помощи марлевого тампона раствором марганцовокислого калия, а затем протрите перекисью водорода. Некоторые пятна можно удалить 10-процентным раствором перекиси водорода. При обработке тканей следует помнить, что перекись водорода обесцвечивает некоторые краски, поэтому предварительно необходимо сделать испытание на отдельном кусочке ткани.

Пятна от вина можно также удалить при помощи смеси этилового спирта с виннокаменной кислотой. Ткань протрите этой смесью, а затем промойте холодной водой.

## Пятна от пота.

Пятна от пота удаляются несколькими способами. Приготовьте смесь из 10-процентного раствора аммиака и 96-процентного этилового спирта; этой смесью протрите ткань, а затем промойте водой. Пятна от пота можно также удалить протиркой чистым бензином с последующим проглаживанием.

## Пятна от молока.

Молочные пятна можно удалить при помощи чистого глицерина. Для этого глицерин вотрите в ткань до ее увлажнения, а затем промойте в теплой мыльной воде.

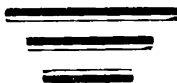
Можно использовать другой способ: приготовьте смесь из равных объемов чистого 96-процентного этилового спирта и этилового эфира. Этой смесью протрите ткань до ее увлажнения, а затем обработайте нашатырным спиртом, после чего промойте сначала теплой, затем холодной водой.

## Пятна другого рода.

Часто пятна появляются в результате падения пищи на платье, например, куска жирного мяса, селедки, капли супа, соуса и т. п. В этих случаях для удаления пятен

следует применять ацетон, четыреххлористый углерод, хлороформ, уксусно-этиловый эфир, скипидар. Лучше всего для этой цели используйте смесь 5 частей уксусно-этилового эфира, 2 частей очищенного скипидара, 1 части хлороформа и 5 частей ацетона. Перед употреблением смесь взболтайте и затем уже протрите ткань. Для удаления пятна с шелковой ткани лучше применить смесь 8 частей этилового эфира и 1 части уксусной кислоты.

Пятна от кофе удаляются при помощи нашатырного спирта или перекиси водорода с добавлением нашатырного спирта.



Т а б л и ц а 1

## Удельный вес растворов серной кислоты (при 15° С)

Удельный вес	Процент $H_2SO_4$	1 л содержит граммов $H_2SO_4$	Удельный вес	Процент $H_2SO_4$	1 л содержит граммов $H_2SO_4$	Удельный вес	Процент $H_2SO_4$	1 л содержит граммов $H_2SO_4$
1,00	0,09	1	1,28	36,87	472	1,56	65,20	1017
1,01	1,57	16	1,29	38,03	490	1,57	66,09	1038
1,02	3,03	31	1,30	39,19	510	1,58	66,95	1058
1,03	4,49	46	1,31	40,35	529	1,59	67,83	1078
1,04	5,96	62	1,32	41,50	548	1,60	68,70	1099
1,05	7,37	77	1,33	42,66	567	1,61	69,56	1120
1,06	8,77	93	1,34	43,74	586	1,62	70,42	1141
1,07	10,19	109	1,35	44,82	605	1,63	71,27	1162
1,08	11,60	125	1,36	45,88	624	1,64	72,12	1182
1,09	12,99	142	1,37	46,94	643	1,65	72,96	1204
1,10	14,35	158	1,38	48,00	662	1,66	73,81	1225
1,11	15,71	175	1,39	49,06	682	1,67	74,66	1246
1,12	17,01	191	1,40	50,11	702	1,68	75,50	1268
1,13	18,31	207	1,41	51,15	721	1,69	76,38	1289
1,14	19,61	223	1,42	52,15	740	1,70	77,17	1312
1,15	20,91	239	1,43	53,11	759	1,71	78,04	1334
1,16	22,19	257	1,44	54,07	779	1,72	78,92	1357
1,17	23,47	275	1,45	55,03	798	1,73	79,80	1381
1,18	24,76	292	1,46	55,97	817	1,74	80,68	1404
1,19	26,04	310	1,47	56,90	837	1,75	81,56	1427
1,20	27,32	328	1,48	57,83	856	1,76	82,44	1451
1,21	28,58	346	1,49	58,74	876	1,77	83,51	1478
1,22	29,84	364	1,50	59,70	896	1,78	84,50	1504
1,23	31,11	382	1,51	60,65	916	1,79	85,70	1534
1,24	32,28	400	1,52	61,59	936	1,80	86,92	1564
1,25	33,43	418	1,53	62,53	957	1,81	88,30	1598
1,26	34,57	435	1,54	63,43	977	1,82	90,05	1639
1,27	35,71	454	1,55	64,26	996	1,83	92,10	1685
						1,84	95,60	1759

Т а б л и ц а 2

## Удельный вес растворов соляной кислоты (при 15°С)

Удельный вес	Процент $HCl$	1 л содержит граммов $HCl$	Удельный вес	Процент $HCl$	1 л содержит граммов $HCl$	Удельный вес	Процент $HCl$	1 л содержит граммов $HCl$
1,000	0,16	1,6	1,070	14,17	152	1,140	27,66	315
1,005	1,15	12	1,075	15,16	163	1,145	28,61	328
1,010	2,14	22	1,080	16,15	174	1,150	29,57	340
1,015	3,12	32	1,085	17,13	186	1,155	30,55	353

Продолжение

Удельный вес	Процент HCl	1 л содержит граммов HCl	Удельный вес	Процент HCl	1 л содержит граммов HCl	Удельный вес	Процент HCl	1 л содержит граммов HCl
1,027	4,13	42	1,090	18,11	197	1,160	31,52	366
1,025	5,15	53	1,095	19,06	209	1,165	32,49	379
1,030	6,15	63	1,103	20,01	220	1,170	33,46	391
1,035	7,15	74	1,105	20,97	232	1,175	34,42	404
1,040	8,16	85	1,110	21,92	243	1,180	35,39	418
1,045	9,16	96	1,115	22,86	255	1,185	36,31	430
1,050	10,17	107	1,120	23,82	267	1,190	37,23	443
1,055	11,18	118	1,125	24,78	279	1,195	38,16	456
1,060	12,19	129	1,130	25,75	291	1,200	39,11	469
1,065	13,19	140	1,135	26,70	302			

Т а б л и ц а 3

Удельный вес растворов азотной кислоты (при 15°C)

Удельный вес	Процент HNO <sub>3</sub>	1 л содержит граммов HNO <sub>3</sub>	Удельный вес	Процент HNO <sub>3</sub>	1 л содержит граммов HNO <sub>3</sub>	Удельный вес	Процент HNO <sub>3</sub>	1 л содержит граммов HNO <sub>3</sub>
1,000	0,10	1	1,080	13,95	151	1,160	26,36	306
1,005	1,00	10	1,085	14,74	160	1,165	27,12	316
1,010	1,90	19	1,090	15,53	169	1,170	27,88	326
1,015	2,80	28	1,095	16,32	179	1,175	28,63	336
1,020	3,70	38	1,100	17,11	188	1,180	29,38	347
1,025	4,60	47	1,105	17,89	198	1,185	30,13	357
1,030	5,50	57	1,110	18,67	207	1,190	30,88	367
1,035	6,38	66	1,115	19,45	217	1,195	31,62	378
1,040	7,26	75	1,120	20,23	227	1,200	32,36	388
1,045	8,13	85	1,125	21,00	236	1,205	33,09	399
1,050	8,99	94	1,130	21,77	246	1,210	33,82	409
1,055	9,84	104	1,135	22,54	256	1,215	34,55	420
1,060	10,68	113	1,140	23,31	266	1,220	35,28	430
1,065	11,51	123	1,145	24,08	276	1,225	36,03	441
1,070	12,33	132	1,150	24,84	286	1,230	36,78	452
1,075	13,15	141	1,155	25,60	296	1,235	37,53	463
1,240	38,29	475	1,305	48,26	630	1,370	59,39	814
1,245	39,05	486	1,310	49,07	643	1,375	60,30	829
1,250	39,82	498	1,315	49,89	656	1,380	61,27	846
1,255	40,58	509	1,320	50,71	669	1,385	62,24	862



Удельный вес	Процент $\text{HNO}_3$	1 л содержит граммов $\text{HNO}_3$	Удельный вес	Процент $\text{HNO}_3$	1 л содержит граммов $\text{HNO}_3$	Удельный вес	Процент $\text{HNO}_3$	1 л содержит граммов $\text{HNO}_3$
1,260	41,34	521	1,325	51,53	683	1,390	63,23	879
1,265	42,10	533	1,330	52,37	697	1,395	64,25	896
1,270	42,87	544	1,335	53,22	710	1,400	65,30	914
1,275	43,64	556	1,340	54,07	725	1,405	66,40	933
1,280	44,41	568	1,345	54,93	739	1,410	67,50	952
1,285	45,18	581	1,350	55,79	753	1,415	68,63	971
1,290	45,95	593	1,355	56,66	768	1,420	69,80	991
1,295	46,72	605	1,360	57,57	783	1,425	70,98	1011
1,300	47,49	617	1,365	58,48	798			

Т а б л и ц а 4

Удельный вес растворов фосфорной кислоты

Удельный вес	Процент $\text{H}_3\text{PO}_4$	Удельный вес	Процент $\text{H}_3\text{PO}_4$	Удельный вес	Процент $\text{H}_3\text{PO}_4$	Удельный вес	Процент $\text{H}_3\text{PO}_4$
1,0054	1	1,0937	16	1,1962	31	1,3143	46
1,0109	2	1,1001	17	1,2036	32	1,3227	47
1,0161	3	1,1065	18	1,2111	33	1,3313	48
1,0220	4	1,1130	19	1,2186	34	1,3399	49
1,0276	5	1,1196	20	1,2262	35	1,3486	50
1,0333	6	1,1262	21	1,2338	36	1,3573	51
1,0390	7	1,3290	22	1,2415	37	1,3661	52
1,0449	8	1,1397	23	1,2493	38	1,3750	53
1,0508	9	1,1465	24	1,2572	39	1,3840	54
1,0567	10	1,1534	25	1,2751	40	1,3931	55
1,0627	11	1,1604	26	1,2781	41	1,4022	56
1,0688	12	1,1674	27	1,2812	42	1,4114	57
1,0749	13	1,1745	28	1,2894	43	1,4207	58
1,0811	14	1,1817	29	1,2976	44	1,4301	59
1,0874	15	1,1889	30	1,3059	45	1,4395	60

Таблица 5

## Удельный вес растворов едкого кали

Удельный вес $\frac{15^\circ}{4^\circ} \text{C}$	Содержание KOH (в г)		Удельный вес $\frac{15^\circ}{4^\circ} \text{C}$	Содержание KOH (в г)		Удельный вес $\frac{15^\circ}{4^\circ} \text{C}$	Содержание KOH (в г)	
	в 100 г	в 1 л		в 100 г	в 1 л		в 100 г	в 1 л
1,007	0,9	9	1,162	18,6	216	1,370	36,9	506
1,014	1,7	17	1,171	19,5	228	1,383	37,8	522
1,022	2,6	26	1,180	20,5	242	1,397	38,9	543
1,029	3,5	36	1,190	21,4	255	1,410	39,9	563
1,037	4,5	46	1,200	22,4	269	1,424	40,9	582
1,045	5,6	58	1,210	23,3	282	1,438	42,1	605
1,052	6,4	67	1,220	24,2	295	1,453	43,4	631
1,060	7,4	78	1,231	25,1	309	1,468	44,6	655
1,067	8,2	88	1,241	26,1	324	1,483	45,8	679
1,075	9,2	99	1,252	27,0	338	1,498	47,1	706
1,083	10,1	109	1,263	28,0	353	1,514	48,3	731
1,091	10,9	119	1,274	28,9	368	1,530	49,4	756
1,100	12,0	132	1,285	29,8	385	1,546	50,6	779
1,108	12,9	143	1,297	30,7	398	1,563	51,9	811
1,116	13,8	153	1,308	31,8	416	1,580	53,2	840
1,125	14,8	167	1,320	32,7	432	1,597	54,5	870
1,134	15,7	178	1,332	33,7	449	1,615	55,9	900
1,142	16,5	188	1,345	34,9	469	1,634	57,5	940
1,152	17,6	203	1,357	35,9	487			

Таблица 6

## Удельный вес растворов аммиака

Удельный вес $\frac{20^\circ}{4^\circ} \text{C}$	Содержание NH <sub>3</sub> (в г)		Удельный вес $\frac{20^\circ}{4^\circ} \text{C}$	Содержание NH <sub>3</sub> (в г)	
	в 100 г	в 1 л		в 100 г	в 1 л
0,994	1	9,94	0,936	16	149,8
0,990	2	19,79	0,930	18	167,3
0,981	4	39,24	0,923	20	184,6
0,973	6	58,38	0,916	22	201,6
0,965	8	77,21	0,910	24	218,4
0,958	10	95,75	0,904	26	235,0
0,950	12	114,0	0,898	28	251,4
0,943	14	132,0	0,892	30	267,6

Т а б л и ц а 7

## Удельный вес растворов едкого натра

Удельный вес $\frac{20^{\circ}\text{C}}{4^{\circ}}$	Содержание NaOH (в г)		Удельный вес $\frac{20^{\circ}\text{C}}{4^{\circ}}$	Содержание NaOH (в г)	
	в 100 г	в 1 л		в 100 г	в 1 л
1,000	1	10,10	1,241	22	273,0
1,021	2	20,41	1,263	24	303,1
1,032	3	30,95	1,285	26	334,0
1,043	4	41,71	1,306	28	365,8
1,054	5	52,69	1,328	30	398,4
1,065	6	63,89	1,349	32	431,7
1,076	7	75,31	1,370	34	465,7
1,087	8	86,95	1,390	36	500,4
1,098	9	98,81	1,410	38	535,8
1,109	10	110,9	1,430	40	572,0
1,131	12	135,7	1,449	42	608,7
1,153	14	161,4	1,469	44	646,1
1,175	16	188,0	1,487	46	684,2
1,197	18	215,5	1,507	48	723,1
1,229	20	243,8	1,525	50	762,7

Т а б л и ц а 8

## Состав наиболее важных пищевых продуктов

(в процентах от сырого вещества)

№ п/п	Наименование продуктов	Вода	Белок	Жир	Углеводы усвояемые	Клетчатка	Зола
1	Говядина средняя . . . . .	72,52	20,59	5,35	—	—	1,12
2	» жирная . . . . .	58,74	18,38	21,40	—	—	0,97
3	Телятина . . . . .	72,31	18,88	7,41	—	—	1,33
4	Свинина . . . . .	47,40	14,51	37,34	—	—	0,72
5	Ветчина . . . . .	55,56	21,66	18,70	—	—	3,84
6	Баранина жирная . . . . .	51,19	16,36	31,07	—	—	0,93
7	Мясо кролика . . . . .	66,85	21,47	9,76	—	—	1,17
8	» курицы . . . . .	72,83	19,84	5,10	—	—	1,14
9	» гуся . . . . .	54,0	16,6	28,7	—	—	1,1
10	» утки . . . . .	61,1	18,3	19,0	—	—	1,3
11	Яйцо куриное . . . . .	73,67	12,55	12,11	—	—	1,12
12	Желток куриного яйца . . . . .	51,03	16,12	31,39	—	—	1,01
13	Белок » » . . . . .	85,50	12,87	0,25	—	—	0,61
14	Печенка . . . . .	71,60	19,38	4,65	—	—	1,56
15	Почки . . . . .	76,60	17,27	4,76	—	—	1,21

№ п/п	Наименование продуктов	Вода	Белок	Жир	Углеводы усвояемые	Клетчатка	Зола
16	Сердце . . . . .	70,08	21,51	7,47	—	—	0,78
17	Язык . . . . .	64,56	16,54	17,82	—	—	1,05
18	Мозги бычьи . . . . .	80,60	9,00	9,30	—	—	1,10
19	Вобла сушеная . . . . .	19,80	41,30	14,20	—	—	18,20
20	Икра зернистая . . . . .	53,16	25,99	16,31	—	—	4,34
21	Камбала . . . . .	78,35	18,71	1,93	—	—	1,01
22	Карп или сазан нежирный	77,29	20,41	1,47	—	—	1,30
23	Лещ . . . . .	78,70	18,18	4,09	—	—	1,02
24	Лососина соленая и копче- ная . . . . .	51,46	24,19	11,86	—	—	12,04
25	Навага . . . . .	81,35	16,48	0,59	—	—	1,58
26	Осетр . . . . .	77,30	17,87	3,52	—	—	1,29
27	Рак речной . . . . .	81,22	16,00	0,46	—	—	0,31
28	Сельдь соленая . . . . .	57,84	17,43	14,48	—	—	13,88
29	Сиг . . . . .	79,13	18,32	1,53	—	—	1,22
30	Судак . . . . .	79,21	19,46	0,28	—	—	1,04
31	Треска . . . . .	82,18	17,15	0,24	—	—	1,09
32	Щука . . . . .	79,33	18,76	0,96	—	—	1,04
33	Молоко коровье . . . . .	87,27	3,39	3,68	4,94	—	0,72
34	» козье . . . . .	86,88	3,76	4,07	4,44	—	0,85
35	Кефир . . . . .	88,86	3,39	2,76	2,52	—	0,65
36	Сметана . . . . .	67,67	4,34	26,23	0,72	—	0,56
37	Масло сливочное . . . . .	12,01	1,07	86,57	0,60	—	1,16
38	Творог . . . . .	80,64	14,58	0,59	1,16	—	1,16
39	Сыр жирный . . . . .	36,31	26,21	29,58	3,39	—	4,56
40	» полужирный . . . . .	40,22	29,07	24,41	2,06	—	4,26
41	» тощий . . . . .	43,06	35,59	12,45	4,22	—	4,68
42	Манная крупа . . . . .	13,05	9,43	0,94	75,92	0,21	0,40
43	Перловая крупа . . . . .	11,89	—	—	—	0,39	0,83
44	Пшено . . . . .	11,79	10,51	4,26	68,16	2,48	2,80
45	Гречневая крупа . . . . .	13,67	10,67	1,85	67,83	1,71	1,88
46	Рис . . . . .	13,17	8,13	1,29	75,50	0,88	1,03
47	Овсяная крупа . . . . .	10,94	13,71	6,33	66,33	0,99	1,85
48	Ржаной хлеб . . . . .	43,58	7,84	0,73	43,70	1,55	1,55
49	Пшеничный хлеб из муки грубого размола . . . . .	42,41	9,17	0,46	47,56	0,63	1,27
50	Пшеничный хлеб из муки тонкого помола . . . . .	34,69	10,68	0,32	52,41	0,26	1,41
51	Лапша и макароны . . . . .	11,89	10,88	0,62	75,55	0,42	0,64
52	Горох . . . . .	11,28	25,78	3,78	52,99	3,69	2,89
53	Орехи грецкие . . . . .	7,18	16,74	58,47	12,99	2,97	1,65
54	» кедровые . . . . .	9,00	6,00	56,00	24,20	2,20	2,60
55	Картофель . . . . .	76,13	2,14	0,22	19,56	0,99	0,98
56	Свекла . . . . .	83,14	2,51	0,10	11,59	1,08	1,53
57	Морковь . . . . .	86,77	1,18	0,29	9,06	1,67	1,03
58	Редис . . . . .	93,34	1,23	0,15	3,73	0,75	0,74

№ п/п	Наименование продуктов	Вода	Белок	Жир	Углеводы усвояемые	Клетчатка	Зола
59	Хрен . . . . .	83,72	2,39	0,20	9,60	2,04	1,22
60	Капуста белая . . . . .	90,11	1,83	0,18	5,05	1,65	1,18
61	» квашеная . . . . .	91,46	1,35	0,37	3,47	1,49	1,82
62	Салат . . . . .	92,93	1,58	0,22	2,38	0,67	0,90
63	Щавель . . . . .	92,18	2,42	0,48	3,43	0,66	0,82
64	Огурцы . . . . .	95,36	1,09	0,11	2,21	0,78	0,45
65	Тыква . . . . .	92,40	1,66	0,08	3,13	1,48	0,63
66	Помидоры . . . . .	93,42	0,95	0,19	3,99	0,84	0,61
67	Лук . . . . .	85,99	1,68	0,10	10,82	0,71	0,70
68	Яблоки . . . . .	84,37	0,40	—	12,13	1,98	0,42
69	» сушеные . . . . .	31,28	1,42	1,94	54,16	6,10	1,59
70	Груши . . . . .	83,83	0,35	—	9,16	—	0,29
71	Сливы . . . . .	82,78	0,66	—	10,08	5,41	0,71
72	Вишни . . . . .	80,57	1,29	0,43	11,17	—	0,52
73	Виноград . . . . .	79,12	1,01	—	15,21	—	0,48
74	Изюм . . . . .	24,46	2,52	0,59	69,66	2,50	1,66
75	Апельсины . . . . .	84,26	1,08	—	6,08	6,80	—
76	Арбузы . . . . .	94,96	0,72	0,06	4,13	0,10	0,28
77	Дыня . . . . .	91,50	0,84	0,13	6,35	0,66	0,52
78	Земляника . . . . .	86,99	0,59	0,45	6,24	2,32	1,82
79	Черника . . . . .	78,36	0,78	—	5,89	12,29	1,02
80	Клюква . . . . .	88,90	0,40	—	8,40	1,50	0,20
81	Малина . . . . .	85,12	0,40	—	5,33	2,92	0,49
82	Смородина черная . . . . .	84,31	0,40	0,58	6,70	—	0,71
83	Мед . . . . .	18,96	1,42	—	79,89	—	0,24
84	Белые грибы . . . . .	87,13	5,39	0,40	5,12	1,01	0,95
85	» » сушеные . . . . .	12,81	36,66	2,70	34,51	6,87	6,45
86	Маслята . . . . .	92,25	1,72	0,29	4,45	0,88	0,49

Таблица 9

## Число нитей, количество и размер ячеек для сит

№ сита	Число нитей на 1 см <sup>2</sup>	Число ячеек на 1 см <sup>2</sup>	Размер в мм стороны ячейки	№ сита	Число нитей на 1 см <sup>2</sup>	Число ячеек на 1 см <sup>2</sup>	Размер в мм стороны ячейки
0000	7	49	1,43	3	23	529	0,43
000	9	81	1,11	4	24,5	602	0,41
00	11,5	133	0,87	5	26	680	0,38
0	15	222	0,37	6	29	848	0,35
1	19	369	0,53	7	32	1037	0,31
2	21,5	460	0,46	8	34	1136	0,29

## Продолжение

№ сита	Число нитей на 1 см <sup>2</sup>	Число ячеек на 1 см <sup>2</sup>	Размер в мм стороны ячейки	№ сита	Число нитей на 1 см <sup>2</sup>	Число ячеек на 1 см <sup>2</sup>	Размер в мм стороны ячейки
9	39,5	1470	0,26	15	59	3481	0,17
10	43	1844	0,23	16	62	3844	0,16
11	46	2079	0,22	17	64	4096	0,153
12	49,5	2436	0,20	18	66	4290	0,151
13	51	2591	0,19	19	67	4422	0,149
14	55	2996	0,18	20	68	4624	0,145

## Охлаждающие смеси

Т а б л и ц а 10

№ п/п	Примененные соли	Весовые части соли на 100 г снега	Температура смеси
1	Хлористый натрий . . .	33	-21°
2	Хлористый аммоний . . .	13	-30°
3	Азотнокислый натрий . . .	37	-30°
4	Хлористый кальций . . . (CaCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O) . . . . .	143	-55°

До 15° можно использовать растворы хлористого и азотнокислого аммония (25 частей соли на 100 частей воды).

Т а б л и ц а 11

## Индикаторы

№ п/п	Индикатор	Интервал перехода	Окраска растворов при pH		Количество индикатора на 10 мл титруемого раствора
			до интервала перехода	после интервала перехода	
1	Тропеолин 00	1,3—3,2	Красный	Желтый	1 капля 0,1% раствора в воде
2	Метилоранжевый . . .	3,2—4,4	»	»	1 капля 0,05% раствора в воде
3	Метилоранжевый . . .	4,4—6,2	»	»	1 капля 0,2% раствора в 90° спирте
4	Нейтральный красный . . .	6,8—8,0	»	»	1 капля 0,1% раствора в 70° спирте
5	Фиолетовый красный . . .	6,8—8,0	Желтый	Красный	1 капля 0,1% раствора в 20° спирте
6	Лакмус . . . . .	5,0—8,0	Красный	Синий	5 капель 0,5% раствора в воде
7	Фенолфталеин	8,0—10,0	Бесцветный	Красный	1—5 капель 0,1% раствора в 70° спирте
8	Тимолфталеин	9,4—10,6	»	Синий	1 капля 0,1% раствора в 90° спирте
9	Нитрамин . . . . .	11—13	»	Оранжевый	1—2 капли 0,1% раствора в 70° спирте

**Примечание.** Имея в своем распоряжении лакмус (только активный), можно определить рН в пределах больше 5 и меньше 9, для этого нужно прибавить в 10 мл почвенной вытяжки 5 капель 0,5% раствора лакмуса в воде. Цвет из фиолетового перейдет в синий. Для определения рН больше 3,1 и меньше 4,5 используют на 10 мл вытяжки 1 каплю 0,05% раствора метилового оранжевого.

Цвет раствора перейдет из красного в желтый и т. д.

Подбирая индикаторы, можно довольно точно подойти к определению почвенного раствора.

*Таблица 12*

**Удельное электросопротивление металлов**

Металлы	Уд. электросопр.	Металлы	Уд. электросопр.	Металлы	Уд. электросопр.
Серебро . . .	1,47	Кальций . . .	4,6	Олово . . .	11,1
Медь . . .	1,56	Вольфрам . . .	4,9	Никель . . .	11,8
Золото . . .	2,4	Цинк . . .	5,92	Свинец . . .	20,4
Алюминий . . .	2,7	Железо . . .	11,0	Платина . . .	111,0
Магний . . .	4,2				

*Таблица 13*

**Удельная электропроводимость металлов**

Металлы	Уд. электропров.	Металлы	Уд. электропров.	Металлы	Уд. электропров.
Серебро . . .	68	Марганец . . .	23	Ртуть . . .	10,4
Медь . . .	64	Вольфрам . . .	18,9	Платина . . .	9,0
Золото . . .	46	Цинк . . .	17	Олово . . .	8,8
Алюминий . . .	37	Кадмий . . .	13,2	Никель . . .	8,5
Магний . . .	23	Железо . . .	11,0	Свинец . . .	4,9

*Таблица 14*

**Удельный вес металлов**

Металлы	Уд. вес	Металлы	Уд. вес	Металлы	Уд. вес
Литий . . .	0,53	Хром . . .	7,1	Висмут . . .	9,8
Калий . . .	0,86	Цинк . . .	7,14	Серебро . . .	10,5
Натрий . . .	0,97	Олово . . .	7,28	Свинец . . .	11,34
Кальций . . .	1,54	Марганец . . .	7,3	Ртуть . . .	13,55
Магний . . .	1,74	Железо . . .	7,85	Вольфрам . . .	19,1
Цезий . . .	1,87	Кадмий . . .	8,64	Золото . . .	19,3
Алюминий . . .	2,7	Никель . . .	8,8	Платина . . .	21,4
Барий . . .	3,7	Медь . . .	8,93	Осьмий . . .	22,48

## Температура плавления металлов

Металлы	Температура плавления	Металлы	Температура плавления	Металлы	Температура плавления
Ртуть . . .	—38,89	Свинец . . .	327,0	Медь . . .	1083,0
Цезий . . .	28,5	Цинк . . .	419,0	Марганец . .	1250,0
Калий . . .	63,5	Магний . . .	650,0	Никель . . .	1455,0
Натрий . . .	97,7	Алюминий . .	658,0	Железо . . .	1530,0
Литий . . .	180	Барий . . .	658,0	Хром . . .	1765,0
Олово . . .	231,8	Кальций . . .	851,0	Платина . . .	1773,0
Висмут . . .	271,0	Серебро . . .	960,5	Осьмий . . .	2500,0
Кадмий . . .	321,0	Золото . . .	1063,0	Вольфрам . .	3370,0

Что же касается сплавов, то удельный вес, температура плавления и температура кипения зависят от количества входящих в них компонентов; например: сплав свинца и олова в весовом отношении 1 : 2 имеет температуру плавления 240°, в отношении 1 : 1 — температуру плавления 197—200°, в отношении 25 : 15 — температуру плавления 181° и т. д.

То же можно сказать про стали, латуни и бронзы.

По твердости металлы можно расположить в следующем порядке: железо, медь, цинк, алюминий, олово, свинец.

Упругость металла определяется в  $кг/мм^3$ . Наибольшая упругость у железа (21 000), затем цинка (13 000), меди (12 460), алюминия (7 190), олова (5 540) и свинца (780).

Прочность металла определяется в  $кг/мм^2$ . Наибольшей прочностью обладает железо (25—30), затем медь (22), алюминий (6), олово (2), свинец (1,98).



Таблица для опре

Название удобрений	Химическая формула	Внешний вид	Вкус и запах
<b>I. Азотные</b>			
Аммиачная селитра	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	Белые кристаллы, иногда с розоватым оттенком, сильно гигроскопичны	
Сернокислый аммоний	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Белый, а иногда специально окрашенный, кристаллический порошок, слабо гигроскопичен	На вкус дает ощущение едкой соли, без запаха
Хлористый аммоний	$\text{NH}_4\text{Cl}$	Мелкий белый порошок, слабо гигроскопичен	То же
Натриевая селитра	$\text{NaNO}_3$	Кристаллы белого или желтоватобурого цвета, гигроскопичны	Ощущение едкой соли
Цианамид кальция	$\text{CaCN}_2$	Темный тонкий порошок, мягкий на ощупь	Запах, напоминающий керосин. На вкус пробовать нельзя. Ядовит
<b>II. Фосфорные</b>			
Суперфосфат	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ $\text{CaSO}_4$	Мягкий порошок или шарообразные гранулы	Кислый, едкий с запахом серной кислоты
Преципитат	$\text{CaHPO}_4$	Тонкий белый порошок, негигроскопичен	Нейтрален, без запаха

## деления удобрений

Растворимость в воде	Действие высокой температуры (раскаленного угля)	Действие щелочи	Действие хлористого бария и уксусной кислоты	Действие азотнокислого серебра
у д о б р е н и я				
Хорошая	Ярко вспыхивает и дает дым с едким запахом	Выделяется аммиак	Не изменяется	Не изменяется
Хорошая	Дает темный дымок, запах аммиака, плавится и слегка темнеет	Выделяется аммиак	Выделяется обильный белый осадок, нерастворимый в уксусной кислоте	Появляется слабая муть
Хорошая	Выделяет белый дым с запахом аммиака и соляной кислоты	То же	Не изменяется	Обильный белый осадок
Хорошая	Вспыхивает с выделением дыма	Не изменяется	Слабая муть	Появляется небольшой белый осадок
Не растворяется	Не изменяется	Появляется белая муть	Не изменяется	Образуется грязно-желтый творожистый осадок
у д о б р е н и я				
Заметно растворим	Запах жженой резины	Не изменяется, от большого количества появляется осадок	Сильная муть, растворимая в уксусной кислоте	Раствор и осадок принимают желтую окраску
Не растворяется	Не изменяется	Не изменяется	Не изменяется	Верхний слой осадка желтеет через несколько часов

Название удобрений	Химическая формула	Внешний вид	Вкус и запах
Томасшлак	$\text{CaO} \cdot \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	Темно-серый или коричнево-черный порошок, очень тяжелый, не обладающий гигроскопичностью	Нейтрален, запах сероводорода
Фосфоритная мука	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	Землистый тонкий пылящий порошок разных оттенков цвета	Без вкуса и запаха
<b>III. Калийные</b>			
Калийная соль	$\text{KCl}$ с примесью $\text{NaCl}$	Мелкокристаллический порошок, белый с примесью желтовато-красных и розовых кристаллов	Соленый, без запаха
Сильвинит	$\text{KCl} \cdot \text{NaCl}$	Крупные кристаллы желто-красного, розового цвета, малогигроскопичны	Соленый
	↓		
<b>IV. Сложные</b>			
Аммофос	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	Белый кристаллический порошок, негигроскопичен	Слабосоленый, едкий

Растворимость в воде	Действие высокой температуры (раскаленного угля)	Действие щелочи	Действие хлористого бария и уксусной кислоты	Действие азотиокислого серебра
Не растворяется	Не изменяется	Не изменяется	Не изменяется	Через несколько часов осадок сверху желтеет, в присутствии уксусной кислоты пожелтение наступает быстро
Не растворяется	Не изменяется	Не изменяется	Не изменяется	Пожелтение как и у томасшлака, но слабее
у д о б р е н и я				
Хорошая	Потрескивание и подпрыгивание	Не изменяется	Слабая муть или небольшой нерастворимый в уксусной кислоте белый осадок	Обильный белый осадок, при встряхивании створаживается, растворяется в нашатырном спирте
Хорошая	То же	Не изменяется	Слабая муть	То же
у д о б р е н и я				
Растворим	Плавится, кипит, выделяется запах аммиака, а затем жженой резины	Выделяется запах аммиака и образуется светло-серый осадок	Обильный осадок, растворяющийся в уксусной кислоте	Раствор и осадок желтеют

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### Глава I. Синтез некоторых неорганических веществ

1. Получение некоторых пигментов . . . . . 3
2. Приготовление акварельных и масляных красок . . . . . 7

### Глава II. Действующие лабораторные установки химических производств

1. Получение соляной кислоты сульфатным методом . . . . . 11
2. Получение соляной кислоты синтетическим методом . . . . . 15
3. Получение серной кислоты контактным способом . . . . . 17
4. Получение аммиака синтетическим методом . . . . . 19
5. Получение азотной кислоты методом окисления аммиака . . . . . 22
6. Получение соды аммиачным способом . . . . . 27

### Глава III. Элементы агрохимии и почвоведения

1. Что такое объемный анализ . . . . . 29
2. Определение качества воды . . . . . 37
3. Что нужно знать о почве . . . . . 44
4. Что нужно знать об удобрениях . . . . . 66

### Глава IV. Металлы

1. Определение металлов при помощи паяльной трубки . . . . . 103
2. Гальваностегия . . . . . 111

### Глава V. Органическая химия

1. Переработка топлива . . . . . 116
2. Получение этилового спирта . . . . . 121
3. Получение уксусной кислоты и метилового спирта . . . . . 125
4. Получение уксусной кислоты из этилового спирта . . . . . 127
5. Получение формалина . . . . . 128
6. Искусственные смолы и пластмассы . . . . . 131
7. Приготовление мыла . . . . . 133
8. Натуральные и искусственные эфиры . . . . . 136
9. Получение глюкозы . . . . . 140
10. Получение сахара из свеклы . . . . . 143
11. Гидролиз клетчатки . . . . . 144
12. Искусственное волокно и его получение . . . . . 145
13. Получение нитробензола и анилина . . . . . 147
14. Органические красители и их получение . . . . . 150
15. Крашение тканей . . . . . 154
16. Белковые вещества . . . . . 159
17. Определение качества молока . . . . . 161
18. Определение качества муки . . . . . 169

### Глава VI. Рецепты . . . . . 177

### Приложения . . . . . 182

