

34
A-12

ПОПУЛЯРНО-НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА

1925?

66

*06
Экз*

ЛАССАР-КОН

ПРОФ. ГЕЙДЕЛЬБЕРГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

ХИМИЯ

В

ОБЫДЕННОЙ ЖИЗНИ

ДВЕНАДЦАТЬ ПОПУЛЯРНЫХ ЛЕКЦИЙ

ТРЕТЬЕ ИЗДАНИЕ

ПРОСМОТРЕННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ ПО 10-МУ НЕМЕЦКОМУ ИЗДАНИЮ 1920 Г.



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА . . . 1923 . . . ПЕТРОГРАД

*В. В. С. С.
Иль 33/14*

*30 экз
Иль 33/14*



*В. В. С. С. С. С.
Иль 33/14*

54
24
A28



54
1-12

Лекция первая.

Дыхание.—Физика и химия.—Вес воздуха.—Барометр.—Состав воздуха.—Аргон.—Озон.—Разница между вдыхаемым и выдыхаемым воздухом.—Поддержание теплоты в теле.—Горение.—Окисление.—Спички.—Желтый и красный фосфор.

В беседах, которые мы начнем с сегодняшнего дня, я попробую показать вам, что разъяснение многочисленных явлений обыденной жизни может быть основано только на почве химических сведений. Мы настолько, как это увидим далее, привыкли ко многим явлениям, что почти не обращаем на них внимания и лишь изредка даем себе труд проследить их ближайшую взаимную связь.

Поэтому начнем сейчас с рассмотрения того, что мы непрерывно делаем с тех пор, как начали существовать, а именно, начнем с дыхания. Собственно говоря, ведь мы можем рассматривать время нашего земного существования, как промежуток между первым и последним дыханием.

Таким образом мы невольно подходим к вопросу, что мы вдыхаем и зачем мы дышим? Конечно, каждому известно, что он вдыхает окружающий его воздух, но что представляет собою этот последний? Чтобы выяснить прежде всего вопрос о том, что воздух есть вещество, мы должны несколько войти в область физики. Эта наука, как известно, занимается рассмотрением таких явлений, при которых вещество не изменяется, как, например, интересующее нас в данный момент определение веса воздуха.

Для другого примера можно, например, указать на входящую в область физики задачу исследования явлений, происходящих при превращении железного прута в магнит, причем вещество прута собственно не подвергается изменению, и т. д. Химия же, напротив, есть часть естествознания, занимающаяся исследованием явлений, существенную черту которых, в противоположность физическим, составляет изменение вещества.

Поэтому, например, она не может ставить своей задачей объяснение того, почему железо приобретает свойства магнита, но может заняться разъяснением процесса ржавления железа, так как при этом металл переходит в новое красно-бурое вещество, легко растирающееся в порошок между пальцами, в противоположность металлическому железу, и вообще представляющее, очевидно, совершенно новое тело, вполне отличное от железа. Поэтому для химии представляет гораздо больший интерес вопрос, что такое воздух,—простое или сложное тело, чем определение веса воздуха.

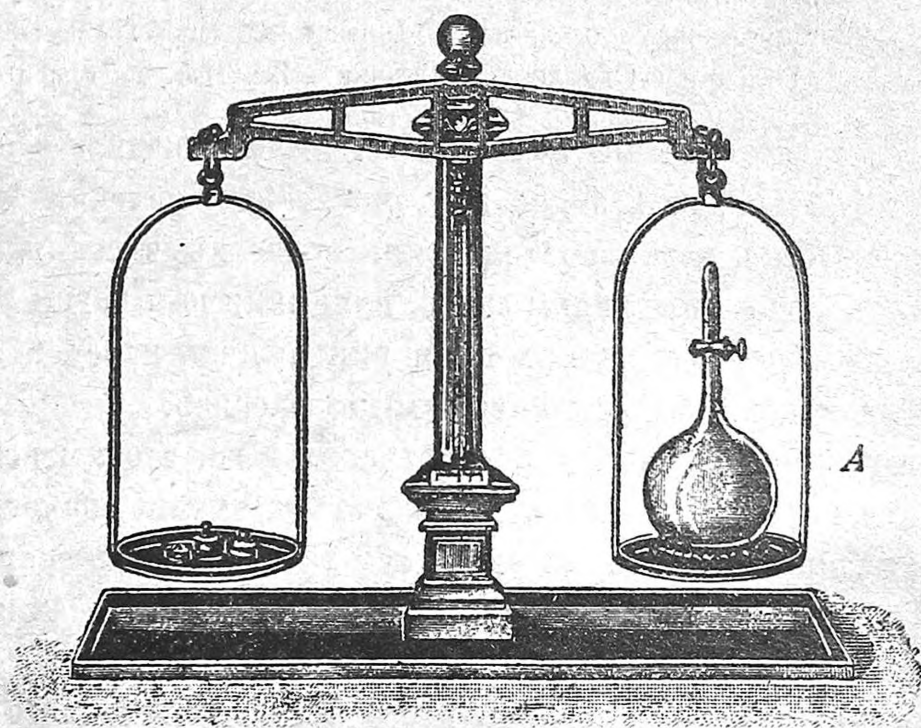


Рис. 1. Доказательство тяжести воздуха.

Итак, возвращаемся к вопросу, есть ли воздух нечто материальное или же он существует только в нашем воображении? Не станем обманывать себя на этот счет и скажем прямо, что никто из нас не обладает органами, при помощи которых он мог бы ощущать материальность воздуха. Правда, что мы все говорим о его тяжести, но между вами, наверно, нет никого, кто мог бы с точностью взвесить какое-нибудь количество воздуха, разрешить эту физическую задачу и мог бы определить, например, сколько килограммов весит воздух, находящийся в данном пространстве.

Мы не можем непосредственно ощущать на себе тяжесть воздуха. Мы двигаем нашей рукой в воздухе во всех направлениях, не встречая препятствий, а также передвигаем в нем свое тело без особого труда

с нашей стороны. И хотя эти, так же, как и другие аналогичные факты с первого взгляда кажутся противоречащими понятию о тяжести воздуха, все же всякий знает, что воздух имеет вес. Происходит это только оттого, что каждому с малых лет приходилось слышать о тяжести воздуха, как о непреложной истине.

Мы можем легко доказать, что воздух есть нечто весомое и материальное. С этой целью сделаем следующий простой опыт.

Поместим на одну из чашек весов колбу *A* и с помощью гирь приведем весы в равновесие (рис. 1). Особенность этой колбы состоит в том, что шейка ее снабжена краном. Открыв кран, мы соединяем колбу с воздушным насосом и, выкачав из нее вполне воздух, закрываем кран, после чего и уравниваем пустую колбу на весах гирьками. Если теперь, не снимая колбы с весов, открыть кран и таким образом впустить в колбу воздух, то тотчас же чашка, на которой находится колба, значительно опустится, хотя, вследствие открывания крана, колба не должна была увеличиться в весе. Произошло же это оттого, что через открытый нами кран воздух вошел в пустую колбу, и привес от него заставил чашку весов опуститься на наших глазах.

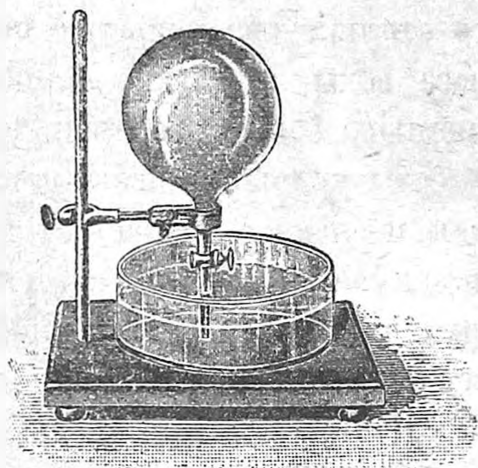


Рис. 2. Доказательство давления воздуха.

Зная объем колбы и приведя вновь весы в равновесие прибавкою нескольких гирек на противоположную чашку весов, мы, понятно, можем прямо определить вес известного нам объема воздуха. Точнейшие опыты показали, что литр воздуха весит 1,295 грамма.

Если воздух есть нечто материальное, то своей тяжестью он должен производить некоторое давление на те предметы, на которых он лежит. В виду значения этого явления для некоторых подлежащих далее нашему рассмотрению вопросов, мы считаем теперь же уместным убедиться в справедливости этого замечания при помощи следующего простого опыта. Возьмем опять такую же колбу, выкачаем из нее воздух и, погрузив ее горло в сосуд с водою (как это показано на рисунке 2-м), откроем кран, вода тотчас же начнет быстро вливаться внутрь колбы и наполнит ее. Причина этого явления состоит в сле-

дующем: внешний воздух давит на поверхность воды, находящейся в сосуде, а так как вода, входя в погруженную в нее и лишенную притоком воздуха колбу, не встречает никакого противодействия, то давление внешнего воздуха и вгоняет воду в колбу через отверстие, образовавшееся вследствие открытия крана.

Если бы, вместо колбы, мы взяли длинную трубку, лишенную воздуха, один конец которой запаян, а другой снабжен краном, и поступили бы с ней так же, как и с колбой в предыдущем опыте, то увидели бы, что давление внешнего воздуха подняло в трубке воду на высоту 10 метров (14 аршин). Заменяв воду в сосуде ртутью, которая в 13,5 раза тяжелее воды, мы увидим, что воздух поднимет ее на высоту во столько раз меньшую предыдущей, во сколько вес ртути больше веса воды, а именно—приблизительно на высоту 760 миллиметров (немного более 1-го аршина). Итак, столб ртути в 760 миллиметров высоты уравнивает давление внешнего воздуха. и, по мере того, как последнее возрастает или уменьшается, ртуть в трубке также поднимается или опускается. Поэтому мы и пользуемся таким ртутным столбом, под названием барометра, как мерою тяжести или, вернее сказать, давления воздуха.

Итак, мы знаем теперь, что воздух есть нечто материальное, обладающее определенным весом.

Далее возникает вопрос, есть ли воздух однородное вещество или же он составлен из нескольких разнородных составных частей?

Уже с первого взгляда видно, что нам предстоит нелегкая задача—проанализировать, т.-е. определить составные части того, что не поддается исследованию ни зрением, ни осязанием; и действительно, разрешение этой уже в древности поставленной задачи удалось всего сто с лишним лет тому назад.

Часто весьма сложные на первый взгляд явления при дальнейшем исследовании оказываются довольно простыми. Так и в данном случае, несмотря на кажущуюся трудность поставленного вопроса, я не потребую от вас никаких химических познаний, и тем не менее надеюсь показать вам, что воздух состоит, по меньшей мере, из двух составных частей: одной, поддерживающей горение, и другой, не поддерживающей его.

Для этой цели нам надобно сжечь кусочек фосфора. Если мы это сделаем здесь, в комнате, то увидим, что фосфор, как это показано на рисунке 3-м, сгорает, образуя клубы белого дыма, но, вместе с тем,

мы несколько не подвинем вперед разъяснение вопроса о составе воздуха, а потому сожжем опять кусочек фосфора, но в определенном объеме воздуха, отделенном от остального окружающего его воздуха. Чтобы отделить какой-либо объем воздуха от остального воздуха, нам достаточно взять, например, стеклянный колпак (*B* на рис. 3) и погрузить его в воду. Воздух, заключенный под этим колоколом, отделен совершенно от остального воздуха стеклом колпака и слоем воды.

Чтобы произвести анализ воздуха, внутри такого колокола *R* пустим плавать чашечку, в которую положено немного фосфора. Если теперь зажечь этот фосфор и быстро покрыть его стеклянным колоколом, то фосфор некоторое время будет гореть довольно живо, соединяясь с одной из частей воздуха, заключенного под колоколом, но потом потухнет. Так как фосфор при горении поглотил часть воздуха, причем образовалась некоторая пустота, то наружный воздух вгоняет в колокол ровно такой же объем воды, какой занимала раньше соединившаяся теперь с фосфором часть воздуха.

Часть объема воздуха под колоколом исчезла вследствие того, что фосфор, соединяясь с ней при горении, образовал твердое тело, белый дым; объем же этого твердого тела, содержащего как сгоревший фосфор, так и исчезнувшую часть воздуха, бесконечно мал по сравнению с объемом последней. Кроме того, этот белый дым сейчас же растворяется в воде, образуя «фосфорную кислоту».

Подвергши исследованию оставшийся под колоколом газ, мы найдем, что он отличается от окружающего воздуха тем, что ничто не может в нем гореть; даже столь легко воспламеняющееся тело, как фосфор, и тот в нем потухает; во многих других отношениях он также является газом в высшей степени индифферентным, т.-е. почти не обна-

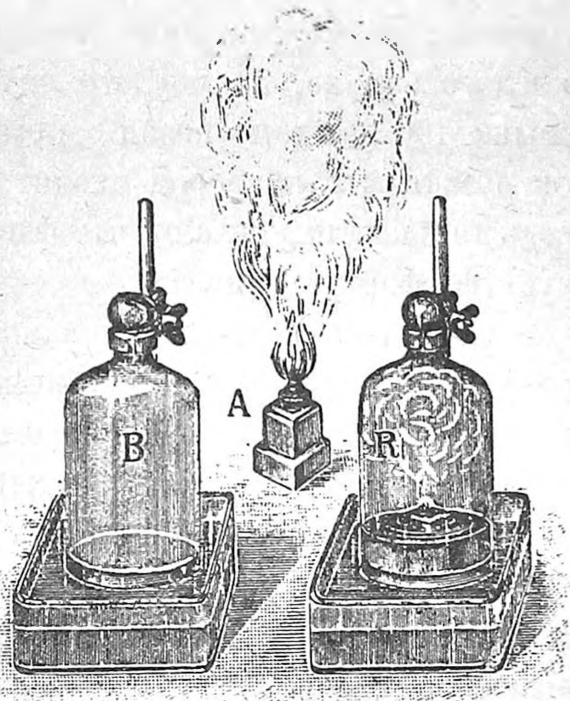


Рис. 3. Горение фосфора и определение при его помощи содержания кислорода в воздухе.

руживает стремления чисто химическим путем вступать в соединения с какими-либо другими веществами и образовать новые тела. Но, как было установлено в недавнее время, положение совершенно меняется, если пропускать через воздух электрические искры, заставляя их действовать тем самым и на эту не поддерживающую горения часть воздуха, называемую *азотом*. Об этом явлении, открывающем необозримые перспективы перед сельским хозяйством, мы будем говорить в третьей лекции.

Другая часть воздуха, а именно та, которая в нашем опыте соединилась с фосфором, носит название *кислорода*, хотя он не имеет ни кислого запаха, ни кислого вкуса. Такое название дано было ему свыше 100 лет тому назад открывшим его ученым Лавуазье, так как он думал, что кислород входит в состав всех кислот; кстати, и мы ведь только-что указали, что фосфор, соединяясь с кислородом, образует фосфорную кислоту.

Кислород, в противоположность азоту, есть тело, в высшей степени легко вступающее в реакции, т.-е. весьма склонное образовывать новые соединения. Горение фосфора с образованием пламени, какое мы сейчас видели, есть характерный пример явлений горения, наблюдаемых нами в жизни; такие явления состоят, в сущности, в том, что горящее тело дает с кислородом новое, отличающееся от первоначально взятого и сгоревшего, вещество. Таким образом при горении вещества изменяются, и объяснение явлений горения составляет одну из задач химии.

Кислородный газ или кислород (оба эти названия тождественны), кроме того, может соединяться с другими телами медленно и без явления пламени. Ржавление железа, явление столь неприятное для всех домохозяек, состоит в том, что этот металл соединяется с кислородом воздуха в окись железа, и получается то, что обыкновенно называют ржавчиною.

Подобные явления соединения кислорода с различными телами, которых мы могли бы еще привести целый ряд, мы не можем отнести к явлениям горения, потому что с этим последним понятием всегда связывается представление о пламени. Поэтому последнее явление называют *окислением*, в виду того, что газ, производящий его, называется кислородом, и слово *окись*, так часто встречающееся в химии, обозначает не что иное, как соединение с кислородом. Так, например, название окись свинца обозначает соединение свинца с кислородом,

перекись свинца обозначает аналогичное соединение свинца, но с двойным количеством кислорода и т. д.

Если мы исследуем окружающий нас воздух с помощью всевозможных приемов, выработанных наукою, то найдем, что в нем, кроме вышеуказанных элементов, находится еще небольшое количество *углекислоты*, с которой мы ознакомимся более подробно впоследствии, и некоторое количество *влаги*.

Если точно определить, сколько содержится в 100 частях воздуха каждой из его составных частей, то получаются следующие числа:

Азота	78,35
Кислорода	20,77
Воды в парообразном состоянии	0,85 (т. наз. влажность).
Углекислоты	0,03

100,00

Так как эти величины вычислены на 100, то их называют процентами и говорят таким образом, что воздух содержит 78,35 процентов азота и т. д.

Недавно нашли, что азот, выделенный из воздуха химическим путем, например (как то было только-что показано), горением фосфора в определенном объеме воздуха, и прежде считавшийся однородным веществом, содержит в небольшом количестве целый ряд других газообразных элементов, которым даны названия *аргона*, *криптона*, *метаргона*, *неона*, *ксенона* и т. д. Все они называются благородными газами. Количественное содержание их в воздухе так мало, что я не считаю уместным более подробно останавливаться на них.

Мы знаем, что воздух имеет способность поглощать влагу и выделять ее затем в виде дождя; это имеет громадное значение для круговорота явлений в природе, особенно для жизни растений, но и в обыденной жизни мы часто пользуемся способностью воздуха воспринимать влагу. На этом, например, основана сушка белья, высыхание вымытых полов и т. д.

Кроме того, надо еще упомянуть об одном видоизменении кислорода, которое встречается в воздухе и называется *озоном*.

В каком отношении находится это вещество к обыкновенному кислороду воздуха, мы теперь не будем рассматривать, пока не ознакомимся с необходимым для этого понятием об атоме.

В 1896 г. Линде при помощи остроумного механизма удалось сгустить воздух в жидкость. Эта жидкость состоит, главным образом, из кислорода и азота, которые могут быть отделены друг от друга перегонкой (смотри далее, стр. 25). В 1907 же году Эрдман достиг того, что выделил из жидкого воздуха азот в твердом состоянии или, как говорят, выкристаллизовал его. Таким образом из воздуха можно выделить и азот в чистом виде, что весьма важно для получения из него искусственных удобрений (см. лекцию 3-ю).

После того, как мы познакомились с составными частями воздуха, поставим себе вопрос, отчего мы не можем жить без него: ведь мы знаем, что недостаток в воздухе ведет к удушью, т.-е. к смерти.

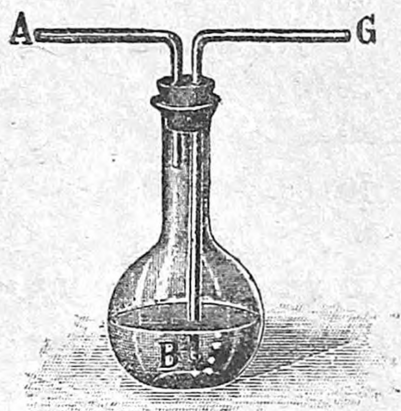


Рис. 4. Доказательство содержания углекислоты в выдыхаемом воздухе.

Попробуем разъяснить это. Воздух, вдыхаемый нами, поступает в легкие; проходя здесь через стенки тончайших кровеносных сосудов, в которых циркулирует кровь, он приходит с нею в соприкосновение. Тонкие ткани стенок кровеносных сосудов, неспособные пропускать через себя какую бы то ни было жидкость, доступны для прохождения газов, или, говоря языком науки, они допускают диффузию газов.

В этом процессе кровь (ее красные кровяные тельца) приходит в соприкосновение с кислородом воздуха, поглощает его и взамен отдает воздуху ненужную ей углекислоту, большие количества которой мы находим в выдыхаемом нами воздухе. Мы сейчас докажем это на опыте.

С этой целью станем пропускать воздух через известковую воду, налив ее предварительно в небольшую колбочку В (рис. 4). Просасывать воздух через жидкость можно, взяв в рот конец трубки А и втягивая в себя воздух. Если я буду это делать сравнительно недолгое время, то, благодаря ничтожному содержанию углекислоты в воздухе, известковая вода почти не помутнеет при таком просасывании воздуха. Если же я, наоборот, взяв в рот конец трубки G, стану продувать через такую же прозрачную известковую воду выдыхаемый мной воздух, то последняя быстро помутнеет. Происходит это оттого, что известь соединяется с углекислотою выдыхаемого мной воздуха, образуя нерастворимую в воде углекис-

лую известь, которая плавает теперь в жидкости в виде белого порошка.

Насколько велико содержание углекислоты в выдыхаемом воздухе, можно видеть из нижеследующего анализа ¹⁾ такого воздуха, предварительно, впрочем освобожденного от паров воды:

Азота	79,58	процента
Кислорода	16,04	»
Углекислоты	4,38	»

100,00 процент.

В то время как количество кислорода уменьшилось приблизительно на одну пятую часть, содержание углекислоты возросло почти в сто сорок раз.

Поглощенный кровью кислород разносится ею по всему телу и окисляет по пути различные вещества; он сожигает при этом (окисляет) в углекислоту углерод многих веществ, находящихся в теле и постоянно вновь возобновляющихся в нем, благодаря процессам питания. Эта только-что образовавшаяся газообразная углекислота, которая образуется в различных частях тела, а следовательно в тканях и т. д., постоянно уносится потоком крови в легкие и выделяется в них из крови взамен поступающего в кровь из воздуха кислорода. Кровь, выходящая из легких, обладает красивым красным цветом, благодаря присутствию в ней кислорода; наоборот, кровь, содержащая углекислоту и направляющаяся в легкие, окрашена в темный цвет.

При окислении, происходящем беспрестанно в теле благодаря дыханию, выделяется теплота, как при всяком горении (так как, в сущности, окисление есть лишь другое наименование горения); это постоянное выделение теплоты и поддерживает в нашем теле нормальную температуру в 37° по Цельсию.

Мы легко можем на опыте убедиться, что окисление и горение по своему окончательному результату—явления тождественные. Выше мы узнали, что ржавление железа происходит вследствие его окисления, причем образование окисла железа не сопровождается появлением пламени; точно также из практического опыта нам известно, что это окисление, это образование ржавчины железа протекает в течение многих лет и без появления пламени. Если же мы раска-

¹⁾ Химического исследования.

лим в огне конец тонкой, свернутой для удобства в спираль, проволоки и внесем ее в склянку, наполненную кислородом (рис. 5), то проволока сгорает при этих условиях совершенно так же, как горит на воздухе зажженная свеча. Таким образом, вместо медленного ржавления, железо сгорает в кислороде, разбрасывая яркие искры и образуя пламя; в течение какой-нибудь минуты из железа образуется окисел железа, и это убеждает нас в том, что окисление и горение приводит к одному и тому же результату. Разница между горением и окислением лежит в длительности явления, а не в окончательном результате;



Рис. 5. Горение железа в атмосфере кислорода.

то, что получается при горении в несколько минут, требует многих лет при образовании путем окисления. Вместе с тем вполне ясно, почему в чистом кислороде все сгорает гораздо лучше, чем в воздухе, в котором, например; железо даже не может гореть: в воздухе к одной части кислорода примешаны 4 части азота, и это сильное разбавление кислорода влияет на его деятельность.

Необходимо заметить, что такой опыт с сожиганием железа, ставший известным еще в 1780 г., получил с 1907 г. весьма важное практическое применение. Основываясь на этом опыте, просверливают или разрезают даже самую крепкую сталь в необыкновенно краткий промежуток времени; так, например, по этому способу можно в 10 минут разрезать на 1 метр длины стальную плиту толщиной в 13 сантиметров. Для этого надобно нагреть эту стальную плиту в предназначенном для разреза месте при помощи пламени гремучего газа или электрических искр, получаемых при коротком замыкании тока, до температуры горения и затем пустить тонкую струю кислородного газа на это место. При этом сталь будет все время гореть, и если по намеченной линии все время водить медленно «разрезающей горелкой», то сталь по этой линии постепенно выгорает, и происходит разрезывание плиты на две части.

Если мы примем во внимание, что полный круг кровообращения у человека совершается в 10 секунд, то легко поймем, что, благодаря совершающимся окислениям, теплота нашего тела поддерживается на равномерной высоте во всех частях его, несмотря на то, что мы

постоянно отдаем некоторую часть ее окружающей нас более холодной среде. Позднее (в пятой лекции) мы даже вычислим количество углерода, которое затрачивается нами для этой цели. Но уже из вышесказанного видно, что без постоянного пополнения запас углерода в нашем теле скоро бы истощился окончательно; вот почему необходимо введение в организм достаточного количества питательных веществ.

Раньше, чем перейти к вопросу о пище, основе нашего существования, скажем сегодня еще несколько слов о горении вообще, а в следующей лекции подробно займемся вопросом о пламени, как явлении, сопровождающем горение, так как это горение обуславливается деятельностью того самого кислорода, с которым мы только-что познакомились.

В обыденной жизни мы употребляем для горения материалы, богатые углеродом, как, например (с давних времен), дерево, торф; позднее стали употреблять также каменный уголь, бурый уголь и т. п. Процесс горения при этом происходит следующим образом: содержащийся в данном веществе углерод соединяется с кислородом воздуха в углекислоту, тогда как водород, содержащийся в этих горючих материалах в гораздо меньшем количестве, сгорает в воду.

На холоду (без нагревания) углерод никогда не соединяется с кислородом, но как только процесс этот начался, то горючий материал продолжает гореть далее, так как сгорающие части его выделяют столько тепла, что все ближайшие слои накаливаются до температуры, при которой для них также возможно горение, т.-е. соединение углерода с кислородом.

Пока нам еще нельзя распространяться об усовершенствованных приемах использования горючих материалов, но при рассмотрении металлургии ¹⁾ железа в одиннадцатой лекции мы одновременно затронем более обстоятельно и этот вопрос.

Теперь поставим на очередь вопрос, как зажигать горючий материал и как, вообще, вызвать горение. В настоящее время это можно делать очень легко, благодаря спичкам, но надобно заметить, что последние введены в употребление всего лишь 80 лет тому назад.

Вопрос о том, каким образом впервые был добыт огонь, вряд ли может быть когда-нибудь разрешен: добыли ли его трением двух

¹⁾ Металлургия—наука о получении металлов из их природных соединений (руд).

кусков сухого дерева или же воспользовались огнем от дерева, зажженного молнией.

Конечно, добывание огня по первому способу возможно, и путешественники до последнего времени встречаются с применением его у некоторых диких племен; но дерево при этом должно обладать такой сухостью, которой мы в нашем климате можем достигнуть только искусственным путем. Трудность добывания огня и важная задача сохранения добытого—достаточно объясняет, почему у всех древних народов очаг, как хранилище огня, считался священным местом.

Только позже, в средние века, вошел в общее употребление следующий способ добывания огня: искру, полученную от удара куска стали о камень, заставляли падать на сухую губку или трут и таким образом получали огонь.

С начала прошлого столетия делается целый ряд попыток получить общедоступный зажигательный прибор с помощью способов, которые до того времени могли быть применяемы только в лабораториях.

До применения с этой целью *фосфора* (что относится к 30-м годам прошлого столетия) результаты попыток были весьма незначительны, способы очень неудобны, и применение зажигательных приборов не отличалось особенной безопасностью.

Один молодой австрийский техник Иоганн Ириний, увидав на одной лекции опыты с фосфором, был наведен на мысль ввести его в употребление для этой цели (существуют, впрочем, и другие версии по поводу изобретения зажигательных спичек: так, например, немцы приписывают честь этого открытия Каммереру из южной Германии). Деревянные палочки, кончик которых был покрыт серою, иначе говоря серные спички, были уже давно в употреблении специально для легкой передачи огня. Ириний только покрыл серу небольшим слоем фосфора, при чем и получилась зажигательная спичка. Фосфор, как известно, загорается от трения, огонь передается сере, а затем дальше дереву. Понятно, что на практике получение хороших спичек оказалось не столь простым делом, как это кажется с первого взгляда. Но с течением времени изготовление их было доведено до совершенства.

Как средство добывания огня, серные спички не оставляли желать ничего лучшего, но некоторые их побочные свойства повели к замене их так называемыми шведскими спичками.

Дело в том, что фосфор очень ядовит, и публика, приобретая фосфорные спички, получает вместе с тем весьма опасное и ядовитое вещество; точно также он весьма пагубно действует на здоровье рабочих на спичечных фабриках, вызывая у многих из них тяжелые заболевания костей и даже смерть.

Обыкновенный фосфор—желтого цвета, но обладает свойством обращаться в красный порошок при нагревании в закрытом наглухо сосуде до 250° . В открытом сосуде его нельзя нагревать, потому что он сгорит. Этот красный порошок есть так называемый красный фосфор.

Этот переход желтого фосфора в красный мы можем легко воспроизвести следующим образом (рис. 6). Возьмем стеклянную трубочку А, поместим в нее небольшое количество желтого фосфора, запаем другой ее конец и затем подвесим ее, погружая в более широкую стеклянную трубку, в которую наливается какая-нибудь жидкость, кипящая при 250° . Если мы нагреем эту жидкость и приведем ее в кипение, то пары ее быстро нагреют до 250° подвешенную трубочку А, и при этом мы увидим, что желтый фосфор постепенно обращается в красную массу. При таком устройстве опыта мы можем безопасно производить нагревание фосфора; при прямом же внесении трубки с фосфором в пламя для нагревания она может легко лопнуть и обдать нас горящим фосфором, вследствие чего могут получиться весьма опасные ожоги тела.

Красный же фосфор не ядовит и гораздо труднее воспламеняется, нежели желтый; он настолько трудно воспламеняем, что не загорается при трении о любую поверхность, а только о поверхность, на которой находятся химические вещества, богатые кислородом, которые при трении и вызывают его воспламенение. Так, например, для приготовления так называемых шведских спичек, которые сами по себе

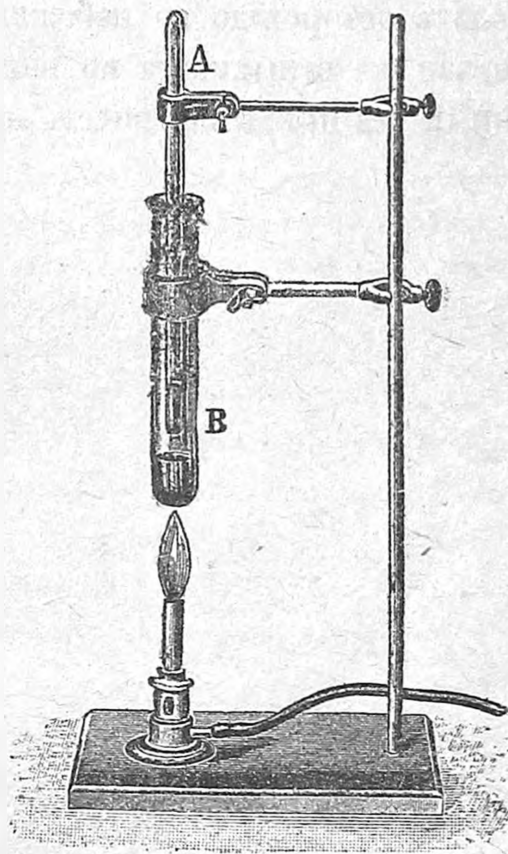


Рис. 6. Превращение желтого фосфора в красный.

не содержат фосфора, применяется смесь из 32 частей бертолетовой соли, 12 частей хромовокислого калия, 32 частей перекиси свинца и 34 частей сернистого свинца; три первые вещества особенно богаты кислородом. Смесь эта наносится на спичку, и если потереть ее о боковую поверхность коробки, покрытую слоем красного фосфора, то небольшая часть фосфора вспыхнет и зажжет вышеуказанную горючую смесь.

Если приготовить некоторое количество этой смеси, что должно делать осторожно во избежание взрыва, и затем зажечь ее, то она тотчас же вспыхивает на наших глазах бледно-голубым светом, который мы привыкли видеть при воспламенении этого рода спичек.

Лекция вторая.

Природа пламени (I).—Свечи.—Состав жиров.—Масла.—Нефть.—Углеводороды.—Химическая чистка.—Элементы.—Четырехатомность атома углерода.—Химические формулы.—Атомы и молекулы.—Перегонка.—Нефтяной эфир.—Вазелин.—Парафин.—Озон.—Производство светильного газа и его побочные продукты.—Природа пламени (II).—Варение пищи на газе.—Газовое освещение с накаливанием (Ауэровское).—Ацетиленовый газ.—Автогенное сваривание (паяние).

Горение углеродистых веществ ¹⁾ служит, как известно, не только для получения тепла, но и для освещения. Но только те углеродистые вещества дают пламя и, следовательно, годны для освещения, которые обращаются при сжигании в газообразное или парообразное состояние. В этом мы можем убедиться из нижеприведенного опыта.

Столь богатые углеродом вещества, как каменный уголь, дерево, сало, сами по себе не летучи, но при горении дают пламя, так как под влиянием теплоты они выделяют горючие газы. Таким образом пламя есть не что иное, как горящая смесь газов, которая постоянно образуется вновь из первоначально взятого горючего материала.

Зажжем кусок дерева; оно горит, образуя пламя; если же мы наперед удалим из дерева все, что может улетучиваться (для этого сильно нагреем его без доступа воздуха и обратим его в так называемый древесный уголь), то мы найдем, что этот последний уже не может давать пламени, так как не содержит в себе летучих составных частей, а только тлеет.

Таким образом мы можем извлечь газ из какого-нибудь пламени, например, из пламени свечи, и зажечь его. Для этого введем в пламя свечи стеклянную трубку, суженный кончик которой снабжен отвер-

¹⁾ Веществ, содержащих в себе углерод. Углерод—это элемент, одним из видов которого является обыкновенный уголь.

В. С. М. К. 33/4

стием (рис. 7), другой же конец ее вставлен в пробку, закрывающую цилиндр, наполненный до верху водою, и оканчивается как раз под пробкой. Другая трубка, проходящая через ту же пробку, достигает до дна цилиндра и соединена с длинной каучуковой трубкою, которая также наполнена водою, а потому и может служить сифоном. Начнем понемногу выпускать воду из каучуковой трубки, несколько открыв находящийся на ней зажим, и тотчас же через отверстие суженного конца трубки будет всасываться часть газов и паров из

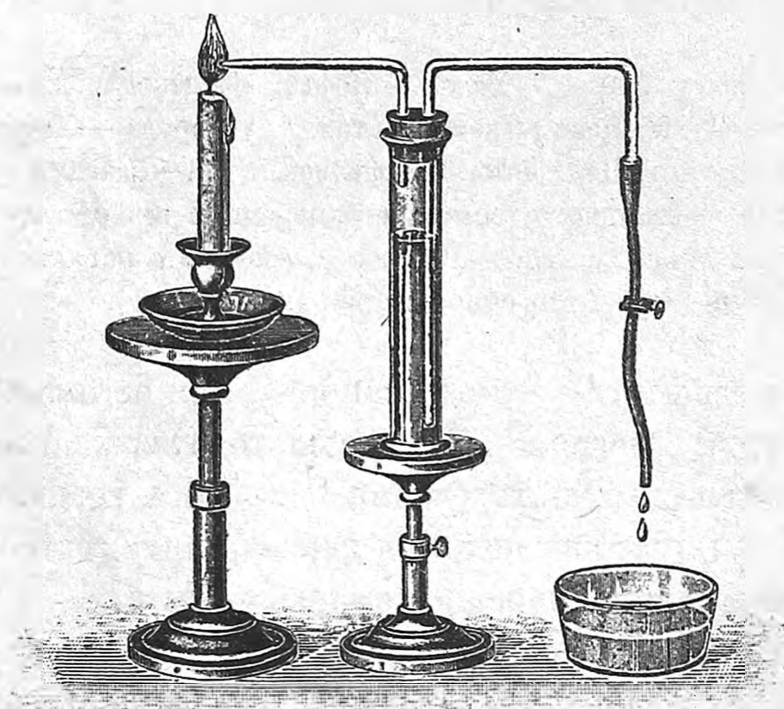


Рис. 7. Доказательство содержания газа в пламени свечи.

пламени, внутри которого помещен этот конец трубки. Газы, извлеченные из пламени, собираются в цилиндре, само же пламя становится очень малым, так как мы отняли значительную часть питающих его веществ. Высасывание газов из пламени должно идти медленно, чтобы избежать всасывания воздуха вместе с газами и проникания его в цилиндр.

Когда цилиндр наполнится вполне га-

зами, мы открываем трубку и зажигаем содержащиеся в цилиндре горючие газы, извлеченные из пламени свечи. Газы начинают спокойно гореть и тем самым подтверждают высказанное нами предположение о существовании внутри пламени горючих газов. Упомянем кстати, что слово «газ» было впервые употреблено голландским химиком ван-Гельмонтом двести лет тому назад. Он образовал его из греческого слова хаос, обозначающего бесформенную первичную массу.

Познакомимся теперь ближе с тремя главными материалами, которые мы употребляем для освещения, т.-е. со свечами, маслами и светильным газом. Об электричестве, как источнике света, мы здесь не будем говорить, так как в данном случае оно не имеет прямой связи с химическими явлениями.

Освещение свечами представляет пример применения твердых материалов для целей освещения. В прежние времена расплавляли в котле сало, т.-е. вытопленный животный жир, и погружали в него фитиль. По вынимании фитиля из чана, он оказывался покрытым слоем сала, постепенно застывавшего на воздухе. Повторно погружая и вынимая фитили из сала, получали под конец сальную свечку известной толщины. Такие свечи горели очень неудовлетворительно, и для удаления нагара надо было всегда иметь под рукою особенные, теперь почти забытые, щипцы, напоминающие ножницы.

Причина такого несовершенного горения лежит в следующем. Мы знаем уже, что при высокой температуре сало переходит в газообразное состояние. Это превращение сала в газ происходит, конечно, при содействии фитиля, который всасывает в себя растопленное вблизи его сало, а горящее тут же пламя доставляет необходимую теплоту для перехода сала в газообразное состояние. Образовавшийся таким образом газ поступает в окружающий воздух и здесь уже сгорает, причем кислород воздуха превращает содержащийся в газе углерод в углекислоту и водород в воду.

Сам же фитиль, окруженный выделяющимися из него газами, не приходит в соприкосновение с воздухом, а только обугливается от жара, так как его углерод не может гореть по недостатку кислорода. Благодаря этому, обуглившийся кончик фитиля препятствует дальнейшему равномерному горению, которое возобновляется лишь с удалением нагара щипцами.

Многие из вас вряд ли могут понять все неудобства, сопряженные с освещением сальными свечами, так как не испытали их на практике; но представьте себе всю приятность вечернего чтения, когда каждые полчаса надобно бросать книгу и снимать со свечи нагар, иначе сила света настолько уменьшается, что дальнейшее чтение станет невозможным; а было такое время очень недавно, всего лет 90 тому назад.

Сальные свечи получают из жира, не подвергшегося никакому изменению. Химические же исследования жиров, начатые еще около 1800 г., постепенно привели к производству современных стеариновых свечей. Эти исследования показали, что все жиры, добываемые из



Рис. 8. Горящая сальная свеча с нагаром.

животных и растений, могут быть разложены на две составные части: на различные *жирные кислоты* и на *глицерин*.

В животных жирах, например, в говяжьем сале, с глицерином связаны три жирных кислоты, носящие названия: *стеариновой*, *пальмитиновой* и *олеиновой* кислоты. Две первые суть твердые тела, тогда как третья—жидкость, и чем больше олеинового глицерина содержит жир, тем он мягче. Так, например, гусиное и свиное сало очень богаты этим последним соединением.

На заводах жиры разлагают на их составные части с помощью очень простых приемов и полученную при этом смесь трех кислот освобождают по возможности прессованием от олеиновой кислоты. Остающиеся после такого прессования и подвергнутые, затем, дальнейшей очистке белые плитки представляют материал для выделки стеариновых свечей; хотя они похожи по виду на жир, но это чисто внешнее сходство, ибо они состоят из смеси пальмитиновой и стеариновой кислот.

Прежде чем отливать из них свечи, к ним прибавляют до 10 процентов *парафина* (с этим веществом мы скоро познакомимся), чтобы придать стеариновым свечам равномерную белизну. Смесь стеариновой и пальмитиновой кислот без этой примеси при остывании легко закристаллизовывается; вследствие этого свечи проявляют слоистость, которая прибавкой парафина уничтожается.

Для сальных свечей обыкновенно употребляют скрученные из нескольких ниток фитили; для стеариновых же, как более твердых, фитили сплетают из трех шнуров, что весьма улучшает условия сгорания фитиля. Благодаря напряжению отдельных шнуров от плотного переплетения их между собою, такой плетеный фитиль при горении свечей постоянно загибается, и его конец выдается из пламени; так как вне пламени достаточно кислорода для полного сжигания фитиля, то он постепенно сгорает до тла и не дает нагара.

Таким образом снятие нагара становится излишним, и стеариновые свечи горят равномерно без посторонней помощи. Применение крученого фитиля для сальных свечей является невозможным, так как вследствие постоянного сгибания его в одну сторону происходило бы сильное плавление более мягкого, чем стеарин, сала только с одной стороны, и свеча сильно бы, как говорят, оплывала.

Кроме этих свечей, мы еще упомянем о восковых свечах. Пчелиный *воск*, как животный жир, очень похож на последний по хими-

ческому составу; он состоит из жирных кислот и особого спирта; глицерин же, с химической точки зрения, есть также спирт. Жирные кислоты воска, а именно церотиновая и пальмитиновая, находятся здесь в соединении с мирициловым спиртом. А так как пчелиный воск тверже сала, то, разумеется, восковые свечи более удобны, нежели сальные.

Пятьдесят лет тому назад употреблялись, в качестве жидких горючих материалов, масла—преимущественно оливковое и сурепное ¹⁾, которые сжигались в соответственно устроенных лампах с помощью погруженного в них фитиля. В химическом отношении оба эти масла стоят очень близко к жирам. Они также состоят из жирных кислот и глицерина и потому представляют собой жиры, находящиеся в жидком состоянии при обыкновенной температуре.

Совершенно другим составом обладает керосин, распространенный теперь гораздо более, чем эти масла. Он представляет собой смесь разных *углеводородов*.

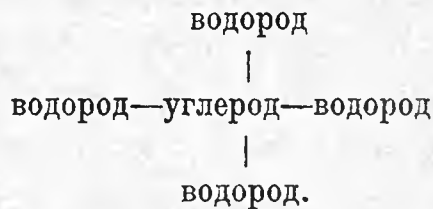
Чтобы разъяснить это последнее выражение, сделаем небольшое отступление.

Химия занимается изучением элементов и их соединений. Под именем *элемента* подразумевают такие составные части тел, которые до сих пор, несмотря на все старания и усилия, не удалось далее разложить на другие вещества. Таких элементов насчитывают в настоящее время около 80. Большая часть из них встречается очень редко, и только около 20 из них играют роль в обыденной жизни. Отсюда само собой следует, что разнообразие соединений, в которые они вступают друг с другом, должно быть поистине удивительно, как оно и есть на самом деле.

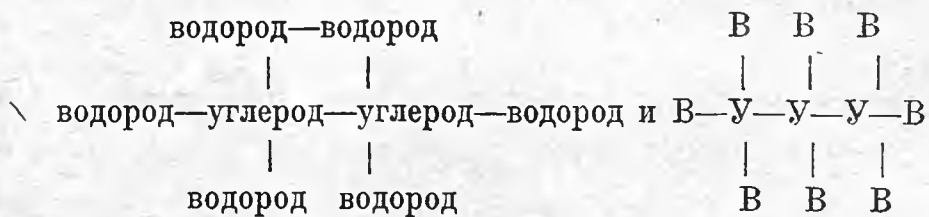
Из всех элементов углерод, бесспорно, выдается по своей склонности вступать в соединения. Разнообразие, наблюдаемое в громадном ряду соединений его атомов с атомами других элементов и между собою, настолько велико, что один углерод превосходит в этом отношении все остальные элементы, вместе взятые; и вот на этом то свойстве природа и основала одно из самых сложных явлений—органическую жизнь. В самом деле, во всем, что только входит в область жизненных явлений, мы встречаем углерод,—будь то зернышко яблока, мясо животного, будь то даже скелет, так как и этот последний пропитан насквозь углеродистыми соединениями.

¹⁾ Добывается из растения, называемого сурепица.

Бесчисленное множество его соединений может быть приведено в весьма удобную, легко доступную пониманию систему, если взять за исходный пункт соединения углерода с водородом. Один атом углерода может удержать, т.-е. соединиться с 4-мя атомами водорода: он, как говорят, четырех-атомен. Если бы мы пожелали обозначить это на бумаге, то получили бы следующую схему:



Мы уже упоминали, что атомы углерода могут также соединяться между собою; благодаря этому, мы можем получить новые углеводороды, в которых атомы углерода связаны не только с атомами водорода, но и между собою:

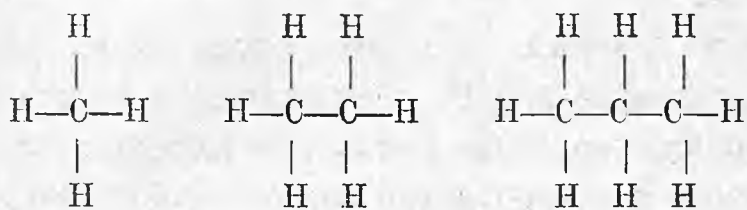


В последнем соединении мы имеем уже 3 атома углерода, соединенных вместе, и понятно, что могут быть соединения, в которых 4, 5, 6 и т. д. атомов углерода будут связаны между собою и с атомами водорода. Такая цепь на деле доведена до 60-ти атомов углерода. Подобные цепи могут разветвляться в различные стороны, замыкаться в круг: короче говоря, количество углеводородов, которые при этом могут получиться, поистине необозримо. В последней лекции мы будем иметь случай познакомиться с специальным значением в медицине веществ, содержащих в себе замкнутую цепь атомов.

При схематическом изображении наших трех углеводородов, мы сперва писали полные названия элементов, а затем лишь их заглавные буквы; от этого упрощения химическая формула ничуть не потеряла своей удобопонятности, и тот способ, которым обозначены наши три углеводорода, и есть настоящий способ обозначения химической формулы.

Названия элементов и начальные их буквы взяты из латинского языка; так, например, для обозначения углерода употребляют букву С, от латинского слова *Carbo*, а для обозначения водорода—букву Н,

от латинского слова *Hydrogenium*. Употребим и мы в наших формулах эти буквы, и тогда формулы примут такой же вид, какой мы встречаем в любом учебнике химии:



Химики дали этим трем углеводородам названия:

Метан.

Этан.

Пропан.

Ряд таких углеводородов с прямой углеродной цепью (начальные члены которого мы только-что указали и сообщили их названия) находится именно в американской нефти.

Первый член этого ряда—*метан*, очень богатый водородом, самым легким из элементов, есть газ. Он образуется при гниении органических веществ в присутствии большого количества воды и потому всегда поднимается со дна болот. Раньше его называли болотным газом, теперь же химики называют его *метаном*.

Собирание его при выделении со дна болот представляет менее трудностей, чем это кажется с первого взгляда. Для этого нужно только ввести в болото большую воронку широким отверстием вниз, тогда газы собираются под воронкой, проходят затем в ее трубку и оттуда уже могут быть собраны в соответственные аппараты, соединенные с последней.

Следующий за этим углеводород *этан*, молекула (смотри объяснение далее) которого включает уже восемь атомов, газообразен, также как и следующий за ним *пропан*, состоящий из одиннадцати атомов. Этот последний находится, главным образом, в сырой нефти.

Раньше, чем продолжать дальнейшее рассмотрение этого вопроса, дадим объяснение только-что употребленному выражению, а именно—*молекуле*. Мельчайшие, неразложимые уже частицы элементов принято называть атомами (слово *атом* по-гречески значит неделимый). Все неэлементарные тела (т.-е. сложные) даже в самых малых частицах своих состоят из атомов различных элементов, входящих в состав этих тел; такую малую частицу, составленную из атомов, мы и называем *молекулой* ¹⁾. Самая малая частица углеводорода, которую мы

¹⁾ *Примечание ред.* Атомы элементарных тел точно также соединяются часто по несколько вместе, в силу своего основного стремления к соединению, и также образуют сложную частицу—молекулу.

только можем себе представить, будет молекулой, так как она, несмотря на незначительную величину, все таки состоит из атомов углерода и водорода.

Углеводород, который содержит четыре атома углерода, есть уже жидкость, кипящая при 1° . Чем более атомов углерода в молекуле углеводорода, тем выше точка его кипения; таким образом, *гексан*, находящийся в керосине и содержащий в себе шесть углеродных атомов, кипит при 70° . По мере возрастания содержания угле-

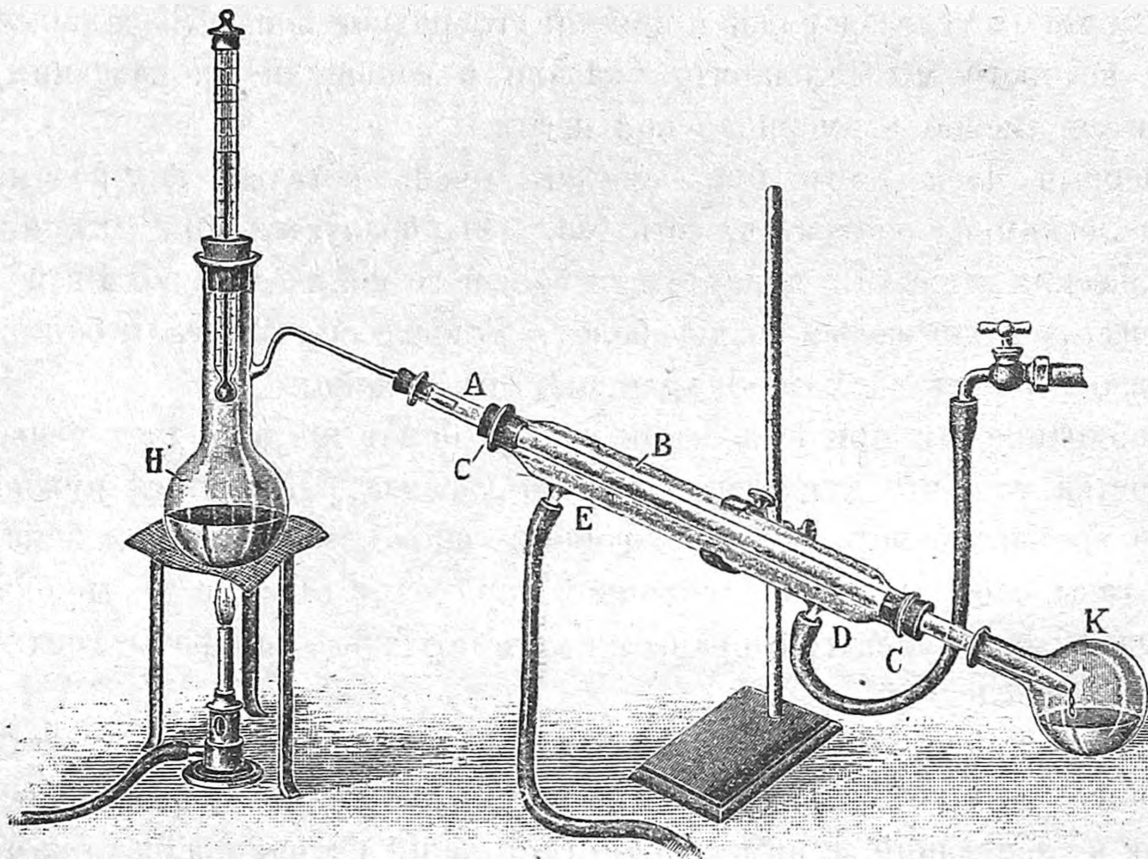


Рис. 9. Прибор для перегонки.

рода соединения становятся все более и более плотными и под конец являются уже твердыми телами.

В сырой нефти находится большое число углеводородов. Если ее подвергнуть перегонке, т.-е. нагревать ее в котле так, чтобы все те части, которые при высокой температуре обращаются в пар, уходя из котла, охлаждались бы затем в холодильниках и переходили в жидкое состояние (рис. 9), то сначала из нефти выделяются растворенные в ней газообразные соединения, затем низко-кипящие части, которые, собранные отдельно, идут в продажу под названием *бензина* или *нефтяного эфира*.

Представленный на рисунке 9 прибор для перегонки—один из общеупотребительных приборов лаборатории. В стеклянной колбе *H*, нагреваемой снизу газовым пламенем, находится кипящая жидкость; выходящие из нее по припаянной сбоку трубке пары поступают во внутреннюю трубку холодильника *A*. Более широкая трубка *B* при помощи двух пробок плотно соединена с *A*, так что в пространство между этими двумя трубками можно постоянно пропускать холодную воду, давая ей втекать через *D* и вытекать через *E*. Благодаря такому охлаждению, пары жидкости сгущаются во внутренней трубке *A* холодильника и стекают каплями в подставленный на конце трубки приемник в виде колбы. В колбу с кипящей жидкостью вставлен с помощью пробки термометр, позволяющий определять температуру, при которой происходит перегонка жидкости.

На фабриках для перегонки устраивают такие же приборы, только видоизмененные и приспособленные к размерам фабричного производства; делают их при том обыкновенно из металла, а не из стекла.

Бензин часто бывает причиной взрывов и вот почему. Благодаря большой летучести, он очень быстро распространяется в воздухе данного помещения, например, в комнате, и как только эта смесь воздуха и углеводорода приходит в соприкосновение с огнем, то углеводород с кислородом воздуха сгорают вдруг в углекислоту и воду; такое внезапное сгорание и составляет взрыв. Поэтому нужно обращаться с этим материалом, часто употребляемым для вывода жирных пятен и тому подобных случаев, по возможности осторожнее, преимущественно днем и при открытых окнах.

Бензин представляет собой материал для заведений, занимающихся химической чисткой платья. Первоначально в этих заведениях старались по возможности удалить с материи все пятна, погружая последовательно цельные, не распоротые на части, костюмы в ряд сосудов, наполненных бензином, так что в последнем сосуде почти уже чистое платье промывалось еще раз в чистом бензине. Но на более правильную почву дело стало с тех пор (1894 г.), как стали применять еще и *сапонин*—мыло, легко растворимое в бензине. Благодаря этой прибавке, бензин, который раньше только извлекал жиры, явился уже настоящей моющей и очищающей жидкостью, такой же, как и вода по прибавлении к ней мыла. Это открытие в значительной степени способствовало распространению моды носить светлые платья, так как получилась возможность вместо одноцветных костюмов носить светлые блузки при темных юбках. Раньше приходилось перекрашивать такие блузки в темные цвета после того, как они теряли свой первоначальный чистый цвет, теперь же при помощи сапонина они прекрасно могут быть вымыты химическим путем.

По отгоне бензина из сырой нефти температура отгоняющихся паров начинает постепенно повышаться, как это показывает термометр, помещенный в аппарате; начиная с известной точки, перегон собирают в новый приемник и получают при этом наш обыкновенный керосин. Такой керосин по законам почти всех государств должен удовлетворять известным требованиям относительно своей воспламеняемости, и эти требования настолько высоки, что взрыв во время горения наших обыкновенных ламп в настоящее время невозможен. Раньше, до установления таких требований законом, часто случалось, что керосиновый перегон содержал и те части, которые теперь отходят к нефтяному эфиру. В резервуаре лампы, обыкновенно несколько нагретом, эти части переходили в парообразное состояние и как только смесь этих паров и воздуха в резервуаре доходила до известного состава, то она воспламенялась от пламени лампы, и резервуар с керосином разрывался на части.

Остаток перегонки американской сырой нефти, который остается в перегонном кубе после отгонки керосина, отличается своею полужидкой консистенцией и перерабатывается на *вазелин*. Кавказская же нефть после отгонки керосина дает продукт, который далее перерабатывается на смазочные машинные масла.

Парафин, о котором упоминалось на странице 20, есть смесь углеводородов, которые вследствие своего высокосложного молекулярного состава, т.-е. вследствие высокого содержания в молекуле углерода, находятся при обыкновенной температуре в твердом состоянии.

Он получается не из нефти, но главным образом из дегтя, который добывается путем сухой перегонки из бурого угля. Производство дегтя из бурого угля особенно развилось теперь в средней Германии, главным образом с целью получения парафина.

Парафин представляет прекрасный материал для производства свечей. Но такие свечи не приходятся вполне по вкусу публике, так как их прозрачная белизна гораздо менее красива, нежели белизна стеариновых свечей, а кроме того, если придать им длину этих последних, то они искривятся под собственной тяжестью.

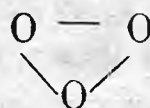
Ознакомившись до известной степени с понятиями атома и молекулы, мы теперь легче поймем, что такое озон, о котором мы обещали дать более подробные сведения. Озон, как это уже и было указано, представляет собой особое видоизменение обыкновенного

кислорода, содержащегося в воздухе. Далее, путем простого рассуждения, мы должны прийти к мысли, что каждая мельчайшая частичка кислородного газа, находящегося в свободном состоянии в воздухе, всегда будет состоять по меньшей мере из двух атомов, всегда будет представлять собой молекулу и вот почему: за всеми элементами мы должны признать стремление вступать в соединение с другими элементами, ибо если не признать за атомами элементов такого стремления, то тогда является непонятным, как вообще могут образовываться соединения, ибо без этого свойства атомы должны были бы вечно существовать вполне самостоятельно на ряду с другими такими отдельными атомами.

Когда элементы встречаются в свободном состоянии, как, например, кислород воздуха, то стремление атомов к соединению выражается в том, что каждый из атомов данного элемента удерживает другой атом того же элемента, и в этом взаимном удержании сила, ведущая к образованию соединений, приводит к известному равновесию. Таким путем образовывались и молекулы обыкновенного кислорода. Но при известных условиях, например, при пропускании электрических искр (в природе—во время грозы), с кислородом может случиться, что атомы его соединятся вместе не по-двое, а по-трое; связь между такими тремя атомами будет уже не так устойчива, как в первом случае, и третий атом довольно легко отщепляется от остальных двух, как только ему представится более благоприятный случай вступить в какое-либо другое соединение: Такое видоизменение кислорода, мельчайшие частицы которого состоят из трех атомов кислорода, получило название озона.



Молекула кислорода.



Молекула озона.

Чтобы покончить с вопросом об осветительных материалах, мы упомянем еще о *светильном газе* и затем об *ацетилене*.

Если мы поместим в железную трубку А ¹⁾, представленную на рисунке 10, такие материалы, как дерево, торф, каменный уголь, и станем нагревать до возможно высокой температуры, т.-е. подвергнем

¹⁾ Для нагревания этой трубки мы применим изображенную на рис. 10 длинную газовую печь В.

их, как говорят, сухой перегонке, то из этих материалов выделится ряд летучих веществ—паров и газов, которые, пройдя по трубкам, поступят в сосуд *C*. *Парами* мы теперь называем те похожие на воздух вещества, которые при обыкновенной температуре превращаются в жидкое состояние; *газами* же—такие, которые при этой температуре сохраняют свое «газообразное» состояние. Та часть улетучивающихся при нагревании веществ, которая при обыкновенной температуре может обратиться в жидкость, соберется в сосуде *C* в виде так называемой аммиачной воды и дегтя, а то, что при обыкновенной

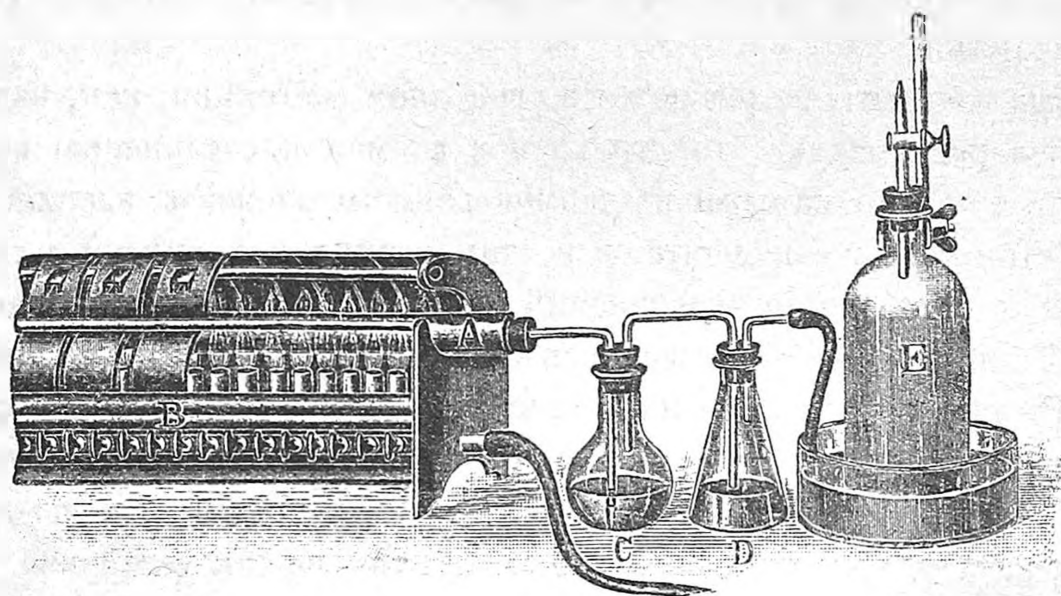


Рис. 10. Лекционный прибор для получения светильного газа.

температуре остается в газообразном состоянии, пойдет через следующий сосуд *D* в стеклянный колокол *E*, который в данном случае заменяет газгольдер ¹⁾.

Мы можем, действительно, назвать его газгольдером, так как наш аппарат в малом виде изображает главные части газового завода.

На настоящих газовых заводах употребляют обыкновенно, как исходный материал, каменный уголь и вместо больших железных труб применяют трубы (называемые ретортами) из огнеупорной глины, так называемого шамотта, так как они дольше и лучше выдерживают действие высокой температуры, чем железные.

Шесть пудов хорошего каменного угля доставляют от 28 до 30 тысяч литров газа, весящих немного более пуда, 12 фунтов дегтя

¹⁾ Газохранилище, представляющее собою железный колокол, погруженный в большой сосуд с водою (цистерну). Светильный газ поступает сначала в газгольдер, а затем уже из газгольдера идет в сеть газовых труб.

и 10 фунтов аммиачной воды (нашатырный спирт) и кроме того более 4 пудов нелетучего остатка, называемого коксом.

При охлаждении газа из него выделяется *деготь*; в нашем маленьком заводе это происходит в склянке *C*; когда газ освободился от дегтя, его приводят в соприкосновение с водою или, как говорят, промывают его. В воде растворяются те составные части его, которые способны в ней раствориться; важнейшая из них, как по количеству, так и в практическом отношении, есть *аммиачный* газ, который ухудшил бы свойство светильного газа, если бы не был удален из него.

Аммиачный газ состоит из азота и водорода; оба эти элемента находятся в каменном угле в форме очень сложно составленных тел, но при высокой температуре реторт эти сложные вещества переходят в сравнительно более простые соединения, в том числе и аммиачный газ.

• Аммиачный газ легко растворим в воде: такой раствор в виде жидкости, обладающей острым запахом, известен под именем *нашатырного спирта*. Мы впоследствии узнаем, на что употребляются большие количества аммиака, доставляемые нам газовыми заводами.

В нашем аппарате мы еще имеем сосуд *D*. Этот последний, если мы поместим в него гидрат окиси железа ¹⁾, будет соответствовать на большом заводе газоочистителю. Таким материалом для очистки служит часто встречающаяся в природе болотная железная руда, обладающая подходящим химическим составом; ее необходимо размалывать в тонкий порошок.

Упомянутый гидрат окиси железа применяется с целью удаления из светильного газа других газов, содержащих серу, причем этот гидрат, соединяясь с серою, переходит в сернистое железо. Если же сера остается в газе, то, при горении его, она также сгорает в сернистую кислоту — газообразное тело, резкий запах которого, появляющийся при горении серы, известен всякому; кроме того, сернистая кислота отчасти образует и серную кислоту.

Гидрат окиси железа удаляет из газа почти всю серу, кроме одного соединения, называемого сероуглеродом, выделение которого из светильного газа на заводах представляет и по сие время не вполне разрешенную задачу.

¹⁾ Краснобурое тело, похожее на студень. В химическом отношении это соединение железной ржавчины (окиси железа) с водою.

Очищенный таким образом газ собирается затем в газгольдерах и оттуда с помощью газопроводов переводится во все те места, где он должен найти свое применение. Открыв кран газометра ¹⁾ и зажигая выходящий из него газ, мы увидим, что он горит ярким пламенем.

Каков состав светильного газа, можно видеть из следующего анализа:

Водорода	45,2	объемных	процентов.
Метана (см. стр. 23)	35,0	»	»
Других углеводородов	4,4	»	»
Окиси углерода	8,6	»	»
Азота	4,8	»	»
Углекислоты	2,0	»	»

100,0 объемных процентов.

При горении газа образуется, как это и можно было наперед ожидать, из содержащегося в нем углерода—углекислота, из водорода—вода, притом в газообразном состоянии благодаря высокой температуре. Таким образом светильный газ сгорает вполне и обращается при этом в два газа без цвета и запаха—углекислоту и воду.

Вследствие того, что удаление сернистых соединений из газа не удается вполне, и при горении газа эти вещества также сгорают, то в помещениях, освещаемых газом, всегда наблюдается присутствие небольшого количества сернистой кислоты.

Присутствие сернистой кислоты в воздухе и есть причина того, что в комнатах, освещаемых газом, растения не могут существовать, так как сернистая кислота губит всякую растительную жизнь. Обыкновенное незначительное содержание ее в воздухе, к счастью, как показали наблюдения, является безвредным для людей.

Мы уже сказали, что сера сгорает в сернистую, а отчасти даже и в серную кислоты. Пятна, которые мы видим на стеклах газовых ламп, не подвергаемых частой чистке, и обуславливаются образованием серной кислоты. Серная кислота, как жидкость, осаждается на них в виде мельчайших капель, и так как она представляет собою весьма едкое и сильно разрушающее вещество, то и производит облупивание попадающих в нее частиц пыли.

Этим и объясняется, почему такие пятна образуются именно на стеклах газовых ламп; на стеклах керосиновых или масляных ламп

¹⁾ Прибор для собирания и хранения газов.

их не замечают, так как эти горючие материалы не содержат в себе серы.

Скажем теперь несколько слов о природе светящегося пламени, так как на газовом пламени ее удобнее всего выяснить.

Что в светящемся пламени находится большое количество углерода, можно легко доказать введением в него фарфорового блюдца. Вследствие производимого блюдцем охлаждения, углерод осаждается на нем в виде копоти. Этот углерод выделяется из углеводородов, благодаря сильному жару пламени и, накалившись до-бела при такой высокой температуре, начинает светиться. Когда же он соприкасается на краях пламени с кислородом воздуха, то сгорает в углекислоту, рассеивается и исчезает в окружающем воздухе уже в виде этой последней. Что это происходит именно таким образом, могут легко убедиться и те из вас, которые готовят себе пищу на газе (нововведение, все более и более входящее в обиход) и пользуются несветящимся пламенем, которое не коптит посуды, так как в нем не происходит выделения углерода. Химики, которые уже лет 50 пользуются газом для кипячения своих жидкостей, применяют горелки, введенные еще Бунзеном; горелки эти, с некоторыми изменениями, широко распространены и в настоящее время.

На рис. 11 изображена горелка Бунзена как в целом виде, так и ее отдельные части *A*, *D* и *H*. Подставка *A*, на которой укреплена сама горелка, снабжена трубкой *B*, в которую, при помощи каучуковой трубки, приводится газ, вытекающий затем через отверстие *C*. Если мы зажжем газ у этого отверстия, то он будет гореть обыкновенным светящимся пламенем. Но в таком виде горелку не употребляют; на нее всегда навинчивают над концом *C* трубку *D*, в которой

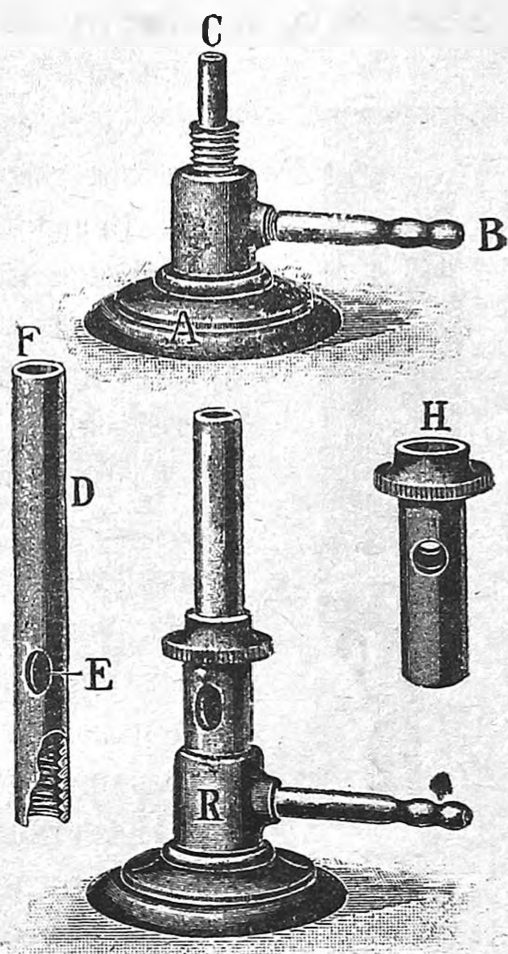


Рис. 11. Бунзеновская газовая горелка и отдельные ее части.

сделаны отверстия на высоте *C*, и тогда газ, выходя по прежнему через отверстие *C*, устремляется вверх по трубке *D*, причем всасывает воздух через отверстия *E* так, что из верхнего конца горелки выделяется уже смесь светильного газа с воздухом. На трубку *D* надета в виде чехла короткая трубка *H*, также снабженная отверстиями; поворачивая ее, можно прикрывать или вполне закрывать отверстие *E* трубки *D* и таким образом регулировать приток воздуха в горелку. Если теперь при открытом отверстии *E* зажечь газ у конца горелки, то пламя его уже не светит ярко: в нем теперь содержится уже столько воздуха, что кислород последнего сжигает весь углерод, находящийся в светильном газе. Вследствие такого полного и сильного горения получается и больший тепловой эффект. Если же мы закроем отверстие во внешней трубке *H* и этим прекратим доступ воздуха, то пламя опять начнет ярко светиться.

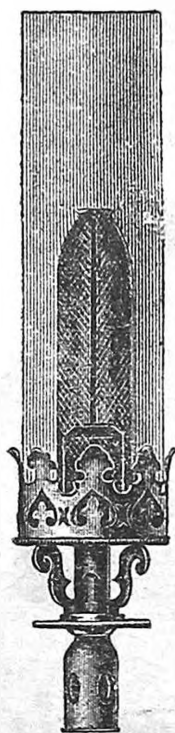


Рис. 12. Газокалильная горелка.

Соответственное приспособление мы встречаем во всех газовых печках для варки пищи. В них за краном газ вытекает через тонкое отверстие, а окружающая его широкая трубка снабжена отверстиями, через которые входит воздух; полученная таким образом смесь газа и воздуха направляется затем по трубке к месту нагревания, где она и сгорает несветящимся пламенем.

Несветящееся пламя дает, как мы уже говорили раньше, очень высокий жар, благодаря быстрому сгоранию всего содержащегося в газе углерода; если мы поместим в такое пламя пучок платиновых проволок (они при этом несколько не изменяются в химическом отношении), то получается яркий свет от накаливания проволок. В настоящее время в деле газового освещения наступило значительное улучшение благодаря тому, что стали прибегать к накаливанию твердых тел для усиления света. Газовое пламя в данном случае также обесцвечивают, смешивая газ предварительно с воздухом, для чего устраивают в горелке ряд мелких отверстий для доступа воздуха рядом с выпускным отверстием для газа. В это обесцвеченное пламя свешивается с особой подставки коническая сетка, которая при накаливании издает яркий свет. Сетка эта состоит из окислов некоторых редких металлов, главным образом из окисей тория и церия, которые

при нагревании сильно светятся, как это давно было известно химикам.

Доктору Ауэру первому удалось применить на практике эту способность окисей светиться при накаливании, но он не сразу достиг практических результатов. По его способу изготовление калильных сеток состоит в том, что берут бумажную ткань в виде чулка, пропитывают ее раствором окислов церия и тория и затем обжигают. Несторающие окислы церия и тория сохраняют при этом форму ткани и образуют хрупкую калильную сетку. Еще в 1885 г. Ауэр предложил для комнатного освещения свой калильный свет, но только в октябре 1891 г. изобретение это настолько было улучшено, что

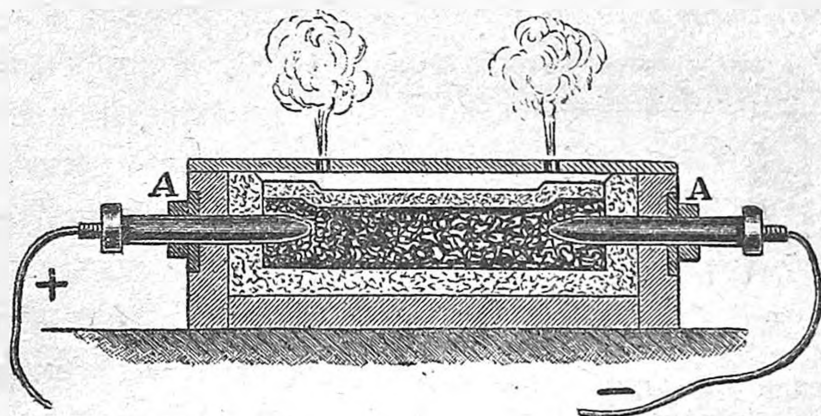


Рис. 13. Электрическая печь.

стало, действительно, годным для широкого применения. Улучшение этого способа продолжается и по сие время, причем удалось получить приятный для глаза белый свет, вместо прежнего холодного лунного; достигнуто это было применением смеси соответственных окисей, взятых притом в определенных количественных соотношениях.

Итак, в то время как при старом газовом освещении свет испускался раскаленным углеродом, выделявшимся в пламени из газа, при новом калильном ауэровском освещении эту роль исполняют, вместо углерода, окислы названных металлов, которых природная особенность—испускать яркий свет при накаливании.

Что всякие тела подвергаются изменениям при действии на них высоких температур, это мы знаем из повседневного опыта. С тех пор, как удалось достичь гораздо более высоких температур, чем прежде, создалась и возможность легко изготовлять такие новые соединения, которые раньше было невозможно или очень трудно получить.

Такие высокие, по сравнению с прежними, температуры получаются между концами углей в дуговой электрической лампе. Если дать гореть этим углям электрической лампы в смеси угля и извести или, иначе говоря, если нагреть указанную смесь в пламени дуговой лампы в электрической печи (рис. 13), то оба эти вещества вступают во взаимодействие, и образуется вещество, называемое *карбидом кальция*. Открыл его впервые Муассан.

Этот карбид кальция, образующийся при высокой температуре, весьма устойчив по отношению к нагреванию, но зато очень неустойчив по отношению к обыкновенной холодной воде. При обливании его водой он подвергается резкому изменению и выделяет газ, давно уже полученный химиками другим способом и носящий название

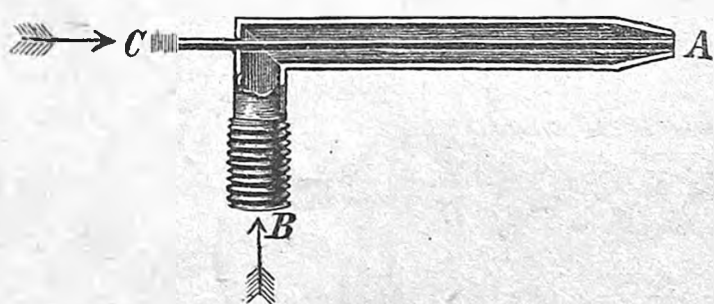


Рис. 14. Горелка для ацетилено-кислородного пламени.

ацетилена. Раньше получение его было довольно трудно, и он поэтому был дорог; теперь же, при изготовлении его из карбида кальция, получаемого в электрической печи, он стал так дешев, что с 1895 г. он стал играть роль осветительного матери-

риала; это вполне понятно, так как для получения его требуется только приливать воду к карбиду кальция.

Та блестящая будущность, которую предсказывали ацетилену, на самом деле не осуществилась, и широкие надежды на ацетилен явились только лишним примером склонности людей допускать иногда переоценку интересных новинок. В настоящее время после ряда лет пришли к заключению, что приготовление у себя на дому в маленьком приборе запаса ацетилена для дневного потребления представляет существенные неудобства, по сравнению с пользованием обыкновенным светильным газом или электрическим освещением, которые доставляются нам центральными учреждениями и могут быть использованы нами в любой момент.

Тем не менее, ацетилен завоевал себе одну область, о которой первоначально никто и не думал и из которой вытеснить его вряд ли удастся.

Дело в том, что при сжигании ацетилена не в воздухе, а в кислороде, который теперь легко извлекают из воздуха и продают в сгу-

щенном виде в стальных цилиндрах, получается пламя необыкновенно высокой температуры. Предложенная для такого сжигания горелка (рис. 14) имеет следующее устройство.

Через *B* в горелку входит ток ацетиленового газа; его зажигают у *A*, а через *C* вдувается струя кислородного газа, вследствие чего в этом месте получается раздуваемое изнутри кислородом пламя ацетилена. Температура этого пламени настолько высока, что в нем моментально плавятся даже толстые куски стали. На этом явлении основано «автогенное сваривание», или спаивание, при помощи которого можно во многих практических случаях легко и удобно сварить вместе два куска железа. Для сваривания двух кусков железа в один по старому способу надо было раскалить соответственные места этих кусков до-бела и затем сваривать их ударами молота. Выполнение такого процесса над двумя листами железа длиной в несколько метров по старому способу было возможно только на фабрике. Теперь же каждый ремесленник может сделать это в своей мастерской при помощи автогенного сваривания. Он кладет рядом оба куска, а на них железную проволоку, как материал для спайки, и проводит по ней ацетилено-кислородное пламя. Тотчас же железо, нагреваемое этим пламенем, имеющим температуру в 3500° , расплавляется в подвижную жидкость, и по охлаждении оба куска оказываются безупречно сваренными (спаянными) вместе.

Лекция третья.

Питание растений.—Пар.—Удобрение.—Искусственное удобрение.—Кости.—Суперфосфат.—Кальцевые соли.—Азотистое удобрение.—Основания, кислоты и соли.—Маточный раствор.—Питание человека и животных.—Опыты над пищеварением.—Белок.—Жиры.—Углеводы.—Молоко и его створаживание.—Сыр.—Сокслетовский аппарат.—Фибрин.—Сыворотка.—Усиленный корм.—Клей.

Перейдем теперь к питательным веществам.

Земля состоит из мертвого материала—почвы и окружающей ее атмосферы. На ней и в ней живут растения и животные, но именно растения обладают способностью извлекать все необходимые для их жизни вещества из почвы и атмосферы. Животные на это не способны и в своем питании зависят косвенно или непосредственно от растительного царства.

Например, дерево может стоять столетиями на одном месте, и природа доставляет ему все нужное для его существования; дождь заботится о доставлении необходимой влаги, а весь углерод, идущий на образование древесины и других сложных веществ, необходимых для жизни растения, оно заимствует из углекислоты воздуха и т. д.

Листья или, говоря точнее, их зеленые зернышки, называемые *хлорофилльными* зернами, имеют способность разлагать углекислоту, состоящую, как вы знаете, из углерода и кислорода; разложение это идет так, что углерод углекислоты усваивается растением, а кислород выделяется в воздух. Это тем более замечательно, что углекислота есть газ очень постоянный, который в лабораториях можно только с трудом разложить на его составные части; образуется же она, как мы знаем, лишь при высокой температуре горящего пламени.

Все же минеральное, неорганическое, т.-е., все происходящее из мертвой природы, нужное для поддержания жизни растения, доставляется ему почвой, на которой оно растет. В этом можно легко

убедиться, сжигая кусок дерева, после чего остается зола, т.-е. минеральные части растения, тогда как содержащийся в нем углерод уходит, в виде углекислоты, опять в воздух.

Если мы тщательнее исследуем золу растения, то анализ даст нам следующее. Зола кустика ржи во время ее цветения составляет 6,38% веса всего растения, зола же зерен ржи всего 1,93%. Сама же зола представляет следующий процентный состав, как это видно из нижеприведенной таблицы:

	Состав золы ржаного зерна.	Состав золы ржаного растения.
Фосфорной кислоты	20,35%	47,52%
Калиевых солей	37,16 »	34,50 »
Кремневой кислоты	24,88 »	2,75 »
Извести и магнезии	12,32 »	14,13 »
Серной кислоты	4,03 »	— »
Поваренной соли	0,76 »	0,90 »
Окиси железа	0,50 »	0,20 »

Все это должно содержаться в почве, если мы хотим возделывать на ней рожь. В большинстве из этих составных частей, как, например, в кремнеземе (химическое название чистого песку), почва никогда не чувствует недостатка. Исследования же, поставленные впервые в 40-х годах прошлого столетия Либихом в широком раз-
мере, и выводы из них привели к убеждению в необходимости вводить в почву, чтобы предупредить ее окончательное истощение, фосфорную кислоту, калиевые соли и азот; последний не был еще нами собственно упомянут, но мы очень скоро ближе познакомимся с его ролью. Что касается остальных составных веществ золы, то они всегда содержатся в почве в достаточном количестве.

Хотя все культурные народы, о которых мы что-либо знаем, с незапамятных времен занимались земледелием, но тем не менее никто не имел ясного представления о процессах, имеющих место при развитии и росте растения. Конечно, попытки найти объяснение этих явлений существовали с давних времен, но вместо ясных представлений, наоборот, утвердилось совершенно превратное воззрение, к которому примыкали самые образованные люди того времени вплоть до 1850 г. Так как не удавалось найти связь между неорганической и органической природой, то пришли к заключению, что между ними

существует непроходимая пропасть: признали существование неопределенной, таинственной силы—*жизненной силы*, которая и обусловливала резкое различие между миром живых существ и неорганическими телами. Такое ложное воззрение повлекло далее за собой допущение, что в природу с самого начала было внесено определенное количество органического, т.-е. снабженного этой жизненной силой вещества, которое в вечном круговороте дает возможность существованию совершенно определенного самой же природой количества растительной, а следовательно и животной жизни на земле. Эта фантастическая теория, представлявшая в сущности покрывало, брошенное на незнание, была подорвана Либихом ¹⁾, работы которого основывались на бесспорных опытах; эти работы показали, что допущение существования жизненной силы совершенно излишне и ложно, так как для растений пища органического, т.-е. животного происхождения совершенно непригодна, и, наоборот, для своего развития и роста они нуждаются в материалах из неорганического, т.-е. мертвого мира. А потому общая сумма органического вещества на земле никоим образом не является строго установленной на вечные времена природой, и обладающий соответственными знаниями человек может резко усилить рост растений, дав им соответственное питание. Так как, далее, растительный мир доставляет пищу животным и человеку, то человек, если и является властелином земли, то совсем в другом смысле, чем по старым религиозным воззрениям. По существу можно только удивляться, как человечество могло так долго удовлетворяться подобными воззрениями, и как Либих сумел так блестяще выяснить истину, хотя и не был никогда сельским хозяином.

Еще Теэр, этот великий реформатор земледелия, который первый старался поставить его на научную почву и достиг в начале XIX столетия блестящих результатов, в особенности в области скотоводства, видел в золе только второстепенную случайную составную часть растений и не понял безусловной необходимости ее присутствия для развития растения. По его воззрениям, растение тем лучше развивается, чем толще в данной почве гумусовый слой, т.-е. количество содержащихся в нем и происходящих из живых организмов веществ; таким образом, он совершенно неправильно понимал процесс питания растений.

¹⁾ Знаменитый немецкий химик (1803—1873 г.). Особенное значение имели его работы по применению химии к сельскому хозяйству.

Итак, можно сказать не преувеличивая, что до открытия, сделанного Либихом, земледелие имело чисто хищнический характер; и многие пространства земли, под влиянием такого хищнического, хозяйства, с течением времени совершенно истощились. Так, например, гектар ¹⁾ почвы в Сицилии, бывшей житницы Рима, после того, как ее более чем 2.000 лет не удобряли, приносит в среднем 1100 литров ²⁾ пшеницы, тогда как во многих местностях Германии средний урожай пшеницы составляет 2300 литров.

Уже давно было замечено, что если сажать одно и то же растение на одну и ту же землю в продолжение нескольких лет под ряд, то урожай его или, лучше сказать; урожайность почвы с каждым годом уменьшается, а потому культурные растения сеют теперь одно за другим в определенном порядке. В книгах, дошедших к нам из глубокой древности и трактующих о вопросах земледелия, мы находим уже указания на основанную на описанном явлении систему плодосмена; но до времени Фридриха Великого в книгах по сельскому хозяйству нет ничего такого, что бы уже не заключалось в древних, написанных более 2.000 лет тому назад, книгах; ничего нового в этом направлении не было сделано; и потому об успехе в этой области не могло быть и речи.

Причина лучшего урожая при плодосмене состоит в том, что, вследствие различного состава золы растений, истощение почвы последними происходит ежегодно не в одинаковой мере.

Уже с давних пор поля удобряли всякими отбросами хозяйства и таким образом совершенно бессознательно отдавали им то, что поля теряли при снятии с них урожая; делалось же это потому, что было замечено увеличение от этого урожая.

Но так как многое из хозяйства продавалось на сторону, то ежегодно известное количество минеральных солей не возвращалось почве, и вследствие этого, несмотря на удобрение, земля все же теряла свою силу. Это, конечно, не могло не быть замечено практикой, но причины явления доискаться не могли. Выходом из такого положения явилось введение так называемого *пара* в хозяйство. Поля, засеиваемые в продолжение нескольких лет, оставляли затем один год без посева (лежать под паром), после чего, действительно, замечалось улучшение следующего за паром урожая.

¹⁾ Гектар—мера земли, равная 0,9 десятины.

²⁾ Литр—мера объемов и сыпучих тел, равная 0,08 ведра.

Без более подробных объяснений это явление является непонятным, так как во время отдыха почвы в нее не падают с неба дождем, если можно так выразиться, т.-е. не поступают извне ни калиевые соли, ни фосфорная кислота, а раз это не имеет места, то не может быть и улучшения.

Полезное действие пара объясняется следующим образом. Фосфорная кислота и соли калия находятся в почве, главным образом, в нерастворимом состоянии. В таком виде они не могут быть вообще усвоены корнями растений, так как последние всасывают их только в растворенном состоянии. Но влага, содержащаяся в почве, вместе с углекислотою воздуха, циркулирующей в последней, действует на эти нерастворимые соединения и переводит их в растворимые; остатки горных пород, находящиеся в почве, постепенно, как говорят, выветриваются. Углекислота почвы получается не только из воздуха, но в значительной части также и благодаря жизнедеятельности бактерий, разлагающих отмершие остатки растений и навоз.

Если, таким образом, не отнимать у почвы в течение года постоянно накапливающийся путем перехода в растворимое состояние запас веществ для питания растений, то он, вместе с тем количеством, которое само по себе выветривается и переходит в растворимое состояние в течение каждого года, обуславливает затем возможность появления на некоторое время сносных урожаев.

В середине XVIII столетия нашли, что в год, который раньше отводили под пар, почву можно засеять клевером, не принося вреда будущим посевам. Теперь мы уже знаем, что корни клевера, проникающие на значительную глубину в почву, извлекают таким образом минеральные соли из таких слоев почвы, которые не доступны для корней злаков. Это было для тогдашнего времени большим шагом вперед, так как при увеличенном таким образом корме можно было держать гораздо больше скота и иметь поэтому большее количество материала для удобрения почвы. Когда же практика показывала, что поле утомилось от клевера, то сеяли бобы, картофель и т. п. растения. Таким образом появилась правильная система плодосмена злаков и листовых растений с периодической вставкой культуры клевера.

Раз пар был уничтожен, то такая система культуры земли становилась возможной только потому, что разные растения, как это было уже упомянуто, извлекали для своего питания из земли неорганические соли в относительно сильно разнящихся количествах и при-

том то из верхних, то из нижних слоев почвы; таким образом при правильно поставленном плодосмене те соли, которые усиленно извлекались из почвы данным растением, в предшествовавшие годы требовались для других растений в гораздо меньших количествах.

При четырехлетнем плодосмене пшеницы, картофеля, ячменя и клевера при средних урожаях из одного гектара почвы извлекается в килограммах:

	Пшени- цей.	Картофе- лем.	Ячме- нем.	Клеве- ром.	Общая сумма за 4 года.
Фосфорной кислоты	35,2	27,3	30,5	36,2	129,2
Калиевых солей	61,5	102,7	60,5	144,0	368,7
Кремнекислоты	175,4	10,8	138,6	26,0	350,8
Извести и магнезии	34,9	25,5	35,3	206,4	302,1

Но, само того не подозревая, земледелие стало еще более хищническим, чем прежде, относительно неорганических солей, так как при усиленном скотоводстве удобрение одного поля шло на счет солей другого.

Дурные последствия такого порядка вещей сказались бы несомненно в настоящее время, если бы Либих не разъяснил сущности этого явления и если бы не нашлось дешевого способа возвращать почве извлеченные из нее неорганические соли, пользуясь для этого большими запасами их, скрытыми в недрах земли; в виду последнего обстоятельства пар стал действительно излишним.

В настоящее время те потери, которые несет почва при снятии с нее жатвы, пополняются искусственным удобрением, если недостает естественного.

Громадная заслуга Либиха перед всем миром состоит именно в том, что он первый предложил единственный разумный способ сохранения за почвой плодородия, возвращая ей искусственным путем те вещества, которые были у нее отняты растениями. Так как эти вещества могут быть добыты в неограниченном количестве, то при внесении их в почву в размерах, установленных опытным путем, плодородие почвы очень сильно возрастает.

Перейдем теперь к вопросу об изготовлении искусственных удобрений; они получаются из соответственных сырых материалов лишь путем химической обработки, так как эти материалы в том виде, в каком они встречаются в природе, не годятся для целей удобрения.

Главные источники для добывания дешевой фосфорной кислоты (дорогой земледельцы не могли бы употреблять) следующие: кости, фосфориты и томасовская фосфатная мука. Кости состоят, главным образом, из фосфорнокислой извести; кроме того они содержат еще жир и клеевое вещество. Жир извлекается из них с помощью бензина и служит для получения свечей или мыла; с первыми мы уже знакомы, а о последнем мы скоро будем говорить. Клей же, который носит название костяного клея, извлекается из них по способам, в описание которых мы не будем здесь вдаваться, так как они требуют различных предварительных познаний.

Если нагревать кости в замкнутом сосуде, имеющем лишь отводную трубку для газов и паров (подобный сосуд мы уже видели при добывании светильного газа из каменного угля), то получается совершенно черная масса, так называемый *костяной уголь*, соответствующий упомянутому выше коксу на газовых заводах.

Такой костяной уголь имеет замечательную способность извлекать краску из цветных растворов. Так, например, если взболтать вместе с углем красное вино и затем профильтровать его, то получится белая прозрачная жидкость, отличающаяся от первоначального красного вина только отсутствием красной краски. На практике уголь для только-что указанной цели, конечно, не применяется, и белого вина таким путем из красного не готовят, но зато этой обесцвечивающей способностью костяного угля пользуются во многих других производствах; так, например, этим путем достигается отбелка сахара, очистка картофельного спирта и т. д.

Если измельчить очень тонко костяной уголь и смешать его с соответственными смазочными веществами, то получится *вакса*.

При обжигании костей на воздухе они делаются совершенно белыми, так как весь углерод их сгорает. Такие до-бела обожженные кости представляют исходный материал для приготовления удобрения, но кроме того они употребляются и для получения фосфора, с которым мы познакомились, когда говорили о спичках; точно также они находят применение при изготовлении молочного стекла (см. лекцию 10-ю).

Источником фосфорной кислоты, кроме костей, является еще залегающая во многих местах земной коры фосфорнокислая известь. Она носит название *фосфорита* и содержит большее или меньшее количество примесей. Во Флориде, в Северной Америке, находятся большие залежи фосфорита с средним содержанием до 82 процентов фос-

форно-кислой извести, и, благодаря тому, что остальные примеси мало затрудняют химическую обработку его, вывоз его до 1895 г. распространился на все страны земного шара.

Впрочем, последнее время размеры этого вывоза изменились, так как, во-первых, благодаря общему упадку сельского хозяйства, понизилось требование на фосфориты (хотя затем началось опять повышение) и, во-вторых, в Тенесси открыты новые мощные залежи фосфоритов, которые и конкурируют с первыми. Точно также последние годы Европа стала пользоваться фосфоритами, недавно найденными в Алжире.

Гуано играло в прежнее время точно также большую роль, но, вследствие истощения его залежей, отошло теперь на задний план. Оно состоит из разложившихся экскрементов морских птиц, скопившихся в больших массах на берегах Перу и на соседних островах. Гуано богато фосфорной кислотой и содержит, сверх того, еще значительные количества азота.

Наконец, открытый в 1879 г. процесс дефосфоризации (удаление фосфора) железа, с которым мы познакомимся в 11-й лекции, доставляет так называемую томасовскую фосфатную муку, названную так по имени техника, открывшего способ удаления фосфора из железа; эта мука в настоящее время представляет, благодаря своей дешевизне, весьма ценный материал для сельского хозяйства.

В вышеупомянутых материалах, за исключением последнего, а также, отчасти, и гуано, фосфорная кислота находится в таком же состоянии, как и в почве, т.-е. в виде фосфорноизвестковой соли—нерастворимого соединения. Если мы измельчим такой материал и введем его в почву, то действие его будет очень незначительно, так как процесс перехода в растворимое и, следовательно, усвояемое корнями растений состояние будет совершаться тем весьма медленным путем, на который мы только-что указывали, говоря о *паре*. Для земледелия такое удобрение не имело бы никакого значения, так как растения могут усвоить его лишь в течение многих лет.

Но совсем другой оборот принимает дело, если мы искусственным путем сделаем эти фосфаты растворимыми и предложим их затем корням растений в таком состоянии, в котором они будут весьма легко усваиваться последними. Перевод их в растворимое состояние производится, как это указал еще Либих, следующим образом: фосфориты очень тонко измельчают и обрабатывают крепкой серной кислотой.

Полученное таким образом искусственное удобрение называется суперфосфатом.

В упомянутых соединениях фосфорной кислоты она является, главным образом, в виде соединения с известью, причем на 2 молекулы фосфорной кислоты приходится 3 молекулы извести. Серная кислота химически сильнее фосфорной, т.-е. проявляет большее стремление к соединению с известью, чем фосфорная кислота. Одна молекула серной кислоты может соединиться только с одной молекулой извести, и потому, если заставить действовать две молекулы серной кислоты (количество это легко вычисляется при помощи химических формул) на жженые кости или естественный фосфорит, то получится, как изображено на схеме, новое соединение, в котором

Фосфорная кислота

Фосфорная кислота

известь + серная кислота
известь + серная кислота

известь

на две молекулы фосфорной кислоты приходится всего третья часть прежнего количества извести, а две трети соединяются с серной кислотой и дают сернокислую известь, так называемый обыкновенный гипс.

Полученная таким образом новая фосфорнокислая известь растворима в воде и, введенная в почву, легко усваивается растениями.

Когда говорят о фосфорнокислом удобрении, то обыкновенно подразумевают под удобрением именно это соединение. Фосфорная же кислота свободная, не соединенная с известью, при растворении в воде дает такую едкую жидкость, которая разрушительно действует на всякие части растений и потому, как удобрение, не может быть применяема.

При получении таким путем растворимой фосфорнокислой извести образуется, сверх того, еще сернокислая известь, примесь которой к фосфорнокислому удобрению не может вызвать никаких возражений, так как для многих почв введение извести в виде гипса приносит безусловно большую пользу, ибо растения, как то видно из анализов золы их, потребляют и известь.

Скажем еще несколько слов о томасовской фосфатной муке, этом отбросе железодельательного производства. В ней фосфорная кислота находится в таком соединении с известью, которое может легко усваиваться растениями без предварительной обработки серной

кислотой. Таким образом эта мука является необыкновенно дешевым источником фосфорной кислоты, так как расходы на перевод ее в растворимое состояние в данном случае вполне устранены. Эту муку употребляют в большом количестве, главным образом, для удобрения лугов.

Перейдем теперь к калиевым солям, как средству удобрения. Калиевые соли до 60-х годов прошлого столетия стоили очень дорого. Единственным значительным источником их был поташ, представляющий по химическому составу не что иное, как углекислый калий.

Поташ добывался через вываривание в котлах золы растений. Мы уже знаем из анализов растительной золы (см. стр. 37), что в ней содержатся значительные количества солей калия. Еще в середине прошлого столетия во многих местах торговцы скупали печную золу (даже в Париже, где каминные дровяные топки доставляли значительные количества весьма чистой древесной золы); зола эта затем перерабатывалась на поташных заводах. Поташ часто употребляется в промышленности (в стеклоделии, на мыловаренных и красильных заводах). Ценность его, как прежде, так и теперь, когда его получают искусственно из других калиевых солей, все таки так высока, что не может быть и речи о применении его для удобрения. В девятой лекции мы еще вернемся к нему, когда будем говорить о соде.

Остальные калиевые соли, значительно более дешевые, чем поташ и употребляемые для удобрения, как, например, хлористый калий и сернокислый калий, добываются в настоящее время из Стасфуртских копей, близ Магдебурга. Эти немногочисленные, но весьма мощные по содержанию солей копи Германии доставляют в настоящее время калиевые соли для земледелия всего мира.

В Стасфурте имеется много соляных источников, которые в продолжение нескольких веков служили для выварки соли. Присутствие их в данной местности поддало мысль искать бурением залежей каменной соли. При этом наткнулись на пласт твердой соли, но она имела горьковатый вкус, а потому громадные количества ее сваливали в сторону, как отброс, когда началась правильная выработка каменной соли.

Эти горькие соли оказались, как это нашли позже, не чем иным, как калиевыми солями, которые залегают в Стасфурте в громадных количествах; переработка их положила начало обширной промышленности, которая процветает в этой местности. В 1908 году союз

германских сельских хозяев основал здесь свою собственную фабрику, дабы дать навсегда германским сельским хозяевам возможность иметь калиевые соли по самой дешевой цене, какая только мыслима при их производстве. Но раньше, чем сделаться удобрительным средством, природные соли должны быть подвергнуты заводской переработке; получаемые при этом побочные продукты точно также имеют известное техническое применение.

Предполагают, что эти залежи солей суть остатки высохшего морского залива, который по высыхании вновь несколько раз наполнялся морской водою, чем и объясняется такое громадное количество находящихся здесь солей.

Морская вода, например, содержит в себе бром (в виде соединений), который впервые и был получен из нее на юге Франции. Он играет теперь важную роль в фотографии, для которой требуется в значительных количествах, как мы это впоследствии увидим. Стасфуртские соли, как происходящие из морской воды, также содержат бром, который и добывается теперь из них в Стасфурте в больших количествах, являясь одним из важных побочных продуктов производства калиевых солей.

Возвратимся опять к растениям и их потребности в азоте. Растения нуждаются в азоте для образования так называемого растительного белка (ниже мы еще вернемся к нему, знакомясь с обыкновенным белком), который в них исполняет те же жизненные функции, как животный белок в организме животного. Таким образом объясняется, отчего недостаток азота так губительно действует на растение.

В анализе золы (см. стр. 37) растений мы не находим азота; это объясняется тем, что он не дает ни одного соединения, которое было бы устойчиво по отношению к огню; напротив того, при высокой температуре, имеющей место при сжигании растений в золу, он улетучивается сам по себе или в соединении с другими элементами. Так, например, мы видели его улетучивание в виде его соединения с водородом, т.-е. аммиака, при добывании светильного газа.

На первый взгляд трудно допустить мысль, что растения могут чувствовать недостаток в азоте. Мы ведь уже видели, что при помощи листьев они получают из воздуха необходимый для них углерод (стр. 36), и знаем, что воздух (см. стр. 9) содержит на 10.000 частей только 3 части углекислоты, тогда как на то же количество воздуха приходится почти 8.000 частей азота.

Но азот, как было раньше упомянуто, есть газ весьма индифферентный в химическом отношении, и растения, могущие при помощи своих хлорофилльных зерен ассимилировать углекислоту воздуха, не имеют никакого прямого приспособления для усвоения этого необходимого для них элемента.

Правда, в воздухе находится аммиак, т.-е. растворимое соединение азота, но содержание его весьма ничтожно: его нужно считать всего в миллионных долях. Так как растения могут воспринимать растворимые в воде соединения азота при помощи корней, а не листьев, то аммиак извлекается ими или из циркулирующего в земле воздуха, или из раствора его в дождевой воде, падающей на почву. Но таких количеств азота совершенно недостаточно для растения.

Новейшие научные исследования (Гельригеля, Виноградского и др.) показали, что при процессе ассимиляции азота растениями большую роль играют бактерии. В почве находятся бактерии, обладающие замечательным свойством соединять азот с кислородом во время своих жизненных процессов. Такие соединения азота, вступая в реакцию с веществами, находящимися в почве, дают новые растворимые соединения, главным образом, азотнокислые соли, которые и поглощаются затем растениями (азотная кислота есть, в сущности, продукт окисления азота, т.-е. кислородное соединение последнего).

Существуют растения (главным образом, из семейства бобовых), на корневых клубнях которых, благодаря действию бактерий, отлагается такое количество азотистых соединений, что они не только не нуждаются в азотистом удобрении (фосфорная кислота и соли калия должны, понятно, находиться в достаточном количестве), но и окружающая их почва обогащается азотистыми соединениями, так как по уборке жатвы в ней остаются корешки растений. Такие растения называются собирателями азота.

Если в такую обогащенную (удобренную) азотом почву через год посадить растение, корни которого не обладают вышеуказанным свойством, то оно тем не менее будет расти очень успешно без всякого азотистого удобрения.

Были сделаны попытки применения в земледелии и самих этих бактерий непосредственно. Для этого их разводили в чистом виде (так называемая чистая культура) в больших количествах и пускали в продажу под названием *нитрагина*. Такую чистую культуру разбавляли снятым молоком и обливали ею предназначенные для посева

семена гороха, люпина и т. д. Таким образом, каждая горошина при посеве в землю несла на себе собирающие азот бактерии. Этим способом применения бактерий в земледелии начали пользоваться с 1896 г., но многочисленные опыты на всевозможных почвах дали столь ничтожные результаты, что этот способ приходится признать совершенно непригодным для земледелия.

Раньше, когда азотособиратели еще не были известны, опыты показали, что при введении в почву азотистых материалов, т.-е. при оказании помощи работе бактерий, развитие растения идет чрезвычайно успешно. С этой целью употребляются, главным образом, азотистые соединения, растворимые в воде, так как корни растений могут их непосредственно всасывать; четыре из них, которые можно получить за умеренную цену в больших количествах, имеют большое применение в земледелии, а именно: 1) аммиак в виде сернокислого аммония, 2) чилийская селитра, 3) азотистый кальций и 4) азотнокислая известь.

Известный нам уже аммиак получается на газовых заводах и в химическом отношении есть *щелочь* или *основание* (оба эти названия тождественны). Отличительная же особенность оснований есть способность соединяться с кислотами. Получающееся при этом соединение называется *солью*. Так как кислот и оснований, известных химикам, существует очень много, то, конечно, весьма велико и количество получаемых из них солей, в противоположность обыкновенным понятиям, по которым солью называется только одна поваренная соль.

Как кислоты, так и основания могут быть или твердыми, или жидкими, или газообразными телами. Так, кремневая кислота (песок) есть твердая кислота; которая с едким кали дает соль—кремнекислый калий, серная кислота—жидкость, а угольная кислота—газ. Точно также едкое кали есть твердое основание, анилин—жидкое и аммиак, о котором мы только-что говорили,—газообразное.

Аммиак необыкновенно легко растворяется в воде; так как гораздо удобнее иметь дело с жидкостью, чем с газом, то его и сохраняют и продают в водном растворе под названием нашатырного спирта; вследствие этого, большинство людей, не знакомых с химией, и думает, что аммиак есть жидкость.

Для сельскохозяйственных целей аммиак всегда предварительно соединяют с серной кислотой и таким образом готовят серно-

кислый аммиак; в таком виде его и применяют для удобрения и разбрасывают по полям.

Поставщиками аммиака являлись и являются газовые заводы, а также коксовальни, изготовляющие кокс из каменного угля для доменных печей, употребляемых в железоделательном производстве (см. 11-ю лекцию). Здесь мы имеем перед собой круговращение азота. Когда-то, в виде растительного белка, он находился в лесах каменноугольного периода и был потом погребен вместе с ними. Теперь азот, содержащийся в этом белке, очищается огнем в перегонном аппарате и вновь оживает в форме белка семени пшеницы, виноградной лозы и т. д. Количество аммиака, которое могло получить в свое распоряжение земледелие, зависело от количества угля, шедшего в процессе коксования. Теперь положение изменилось. В блестящих научных работах, относящихся к 1910 г., Габер показал возможность получать аммиак непосредственно из элементов, входящих в его состав,—водорода и азота. Благодаря тесному сотрудничеству Габера с химиками и техниками, удалось перейти от лабораторных опытов к настоящему фабричному производству. Получение аммиака из водорода и азота путем синтеза производится следующим образом. Смесь газов, состоящая из одной части азота и трех частей водорода (полученная, конечно, из дешевого источника), вводится в стальные сосуды под давлением в 200 атмосфер (в паровых котлах паровозов давление никогда не бывает больше 15 атмосфер) при температуре в 500°C (соответствующей началу красного каления), в присутствии редкого металла урана. При этом происходит химическое соединение водорода и азота, и получается аммиак. Но процесс прекращается, как только 8% смеси перешло в аммиак, поэтому для продолжения выработки эти 8% должны быть удалены. Несмотря на эти трудности, выработка аммиака описанным путем технически поставлена настолько совершенно, что одна фабрика вырабатывает ежедневно четверть миллиона кило аммиака.

Вторым источником азота является *селитра*, которая образуется при соединении азотной кислоты с основаниями—едким кали или натром, а потому различают калиевую селитру и натриевую.

Калиевая селитра давно уже известна и служит для приготовления пороха. Об этом последнем и других взрывчатых веществах мы поговорим подробнее, по окончании беседы о питательных веществах.

Калиевая селитра слишком дорога, чтобы быть применяемой в сельском хозяйстве.

Дешевая натриевая селитра открыта сравнительно недавно. Это белая, легко растворимая в воде соль. Она носит название своей родины—чилийская селитра. В Чили существуют большие пространства, где никогда не бывает дождя, и почва этих местностей очень богата селитрой.

Если бы там шли дожди, то селитра была бы давно вымыта. При промывании горячей водой почвы, богатой селитрой, как это и начали делать в тридцатых годах прошлого столетия, получается раствор натриевой селитры; при охлаждении этого раствора селитра выкристаллизовывается. Жидкость, слитая с кристаллов селитры, называется, как и всякая жидкость, из которой что-либо выкристаллизовалось, *маточным раствором*.

Если выпаривать такой маточный раствор, то получается остаток растворенных в нем солей, которые можно назвать маточными солями. Маточный раствор чилийской селитры не подвергается полному выпариванию, но из него добывается находящийся в нем в небольшом количестве *иод*. Таким образом Чили является главным поставщиком этого сравнительно редкого элемента. Как показали многочисленные опыты, из всех азотистых удобрений селитра скорее всего и богаче всего может снабжать растения азотом. При достаточной наличности калия и фосфорной кислоты, удобрение 100 кило селитры повышает урожайность с гектара (по сравнению с почвой, одинаковой с данной во всех других отношениях) на 300 кило для пшеницы и ржи и на 400 кило для проса и овса, при соответствующем увеличении количества получаемой с гектара соломы.

Третьим источником азота можно считать появившуюся на рынке с 1903 г. азотистую известь. На стр. 34 мы познакомились с карбидом кальция; если, как это открыл проф. Франк, его нагреть и пропускать через него газообразный азот, легко приготовляемый из воздуха (см. стр. 9), то происходит соединение; образующееся при этом вещество получило название азотистой извести. Первый завод этого продукта с годовой производительностью в 80.000 центнеров был основан одной немецкой компанией в Пиано д'Орта (средняя Италия), благодаря возможности иметь там дешевую водяную силу. Но значительная часть азотистой извести перерабатывается в настоящее время на фабриках непосредственно в сернокислый аммиак.

Совершенно другим путем разрешили задачу перевода азота из воздуха в удобное для земледелия состояние Биркеланд и Эйде. Уже давно было известно, что при пропускании электрических искр через влажный воздух образуются следы азотной кислоты. Упомянутым лицам удалось настолько повысить добычу азотной кислоты из воздуха, что, начиная с 1905 г., этот способ в сильно усовершенствованном виде дал возможность доставлять земледелию эту азотную кислоту в виде азотнокислой извести за достаточно дешевую цену.

Благодаря этим двум новым открытиям в области химии, земледелие всего мира перестало находиться в зависимости от чилийской селитры. Истощение чилийских залежей селитры, которое должно было бы сказаться не далее, как через сто лет, сделало бы невозможным дальнейшее ведение земледелия по его современному масштабу, а насколько это сильно угрожало бы питанию человечества, видно достаточно из всего предыдущего изложения.

Приведем, однако, следующий расчет. Германия, удвоив количество применяемого ею в настоящее время азотистого удобрения, может не только покрыть всю свою потребность в картофеле и зерновом хлебе, но у нее останется еще достаточно и для вывоза.

Относительно применения в растениеводстве фосфорной кислоты, калия и азота ничего особенно интересного сказать больше нельзя. Но с 1913 г. вызвало интерес изучение «веществ, усиливающих рост растений». Подобно тому, как кофе или чай действуют на человека возбуждающе и, хотя и временно, повышают его работоспособность, так и для растений существуют возбуждающие средства, оказывающие влияние на повышение урожайности. Но пока о них нельзя еще сказать ничего строго определенного и установленного.

По моему мнению, земледелию культурного мира открываются дальнейшие широкие перспективы еще и в другом направлении: я говорю об искусственном орошении, играющем не менее важную роль, чем искусственное удобрение, так как питательные вещества почвы усваиваются растениями только в растворенном виде.

Уяснив себе, каким образом растения добывают необходимые для их жизни материалы из неорганического мира и как дошли до искус-

ственных удобрений ¹⁾, перейдем теперь к питанию людей и животных.

Человек образует свое тело из приготовленных уже растениями органических веществ. Для этой цели он употребляет плоды, хлебные зерна и т. д., для этой же цели служат ему и целые животные, как, например, устрицы, или части животных, как, например, мясо.

Животные, в свою очередь, питаются растениями или животными, так что все животное царство обязано своим питанием царству растений.

Все вещества, которые служат нам пищей, поступают в желудок. В нем, а также и в кишках, перевариваются, т.-е. растворяются составные части пищи, необходимые для питания; после этого они путем диффузии поступают в кровь, которая, в свою очередь, доставляет всем частям тела необходимые для них вещества.

Попробуем произвести переваривание пищи с помощью желудочного сока, но не в желудке, а в стакане. Стенки желудка как человека, так и животных выделяют вещество, называемое *пепсином*, и, кроме того, при нормальном состоянии желудка, в нем находится небольшое количество (в среднем 0,2%) *соляной кислоты*. Оба эти вещества, взятые вместе, имеют способность растворять нерастворимые белковые вещества пищи или, выражаясь научным языком, обладают способностью обращать их в *пептоны*.

Если положить кусок желудочной стенки в глицерин, то содержащийся в нем пепсин постепенно переходит в глицерин. Такой рас-

¹⁾ Теперь под названием удобрения для цветов имеются в продаже смеси всех необходимых для питания растений веществ, специально для садовых и горшечных растений. При удобрении цветочных растений надо быть очень осторожным по отношению к количеству удобрения и не брать его в избытке, так как слишком большие дозы удобрения при незначительных размерах цветочных горшков могут причинить растению безусловный вред.

Таких питательных солей берут $\frac{1}{2000}$ часть веса земли в горшке, т.-е. на каждые 1.000 грамм земли— $\frac{1}{2}$ грамма солей и растворяют это в 500 куб. сант., т.-е. $\frac{1}{2}$ литра воды. Более сильные растворы приносят вред, ибо они разъедают и убивают корни, тогда как при таком сильном разбавлении водой всякий вред устранен. Названное количество достаточно для одного года, но землю удобряют им два раза в год, употребляя каждый раз половину всего количества. При составлении растворов для садовых растений руководствуются глубиной, до которой копают землю. Если квадратный метр вскопан на 20 сантиметров в глубину, то для поливки этого пространства берут раствор 100 граммов соли в указанном выше (т.-е. 1 на 2000) соотношении.

твор пепсина в глицерине мы применим в нашем опыте, который будет поставлен следующим образом.

Возьмем шкап, в котором поддерживается температура человеческого тела, т.-е. температура в 37° по Цельсию, и поставим в него 4 стаканчика с небольшим количеством воды (рис. 15). В один из них нальем, кроме воды, несколько пепсинового раствора, в другой соляной кислоты, в третий и четвертый немного того и другого.

В качестве материала для пищеварения, возьмем легко перевариваемый фибрин (мы впоследствии выясним, какими свойствами обладает это белковое вещество) и, кроме того, куски круто сваренного яйца; в первый и второй стаканчик введем по немногу обоих веществ, тогда как в третий только фибрин и в четвертый кусочки крутого яйца.

Но растворение белка не есть простая химическая реакция и не происходит так моментально, как многие из них; оно требует по крайней мере полчаса, чтобы стать очевидным, а потому в конце лекции мы вернемся еще к опыту, чтобы ознакомиться с его результатами.

Обратимся пока к дальнейшему ознакомлению с процессом пищеварения. Действующее в желудке вещество, т.-е., как мы сказали, пепсин, проявляет свою деятельность только в присутствии кислот. Оба совместно пептонизируют белковые вещества, т.-е. переводят их в растворимое состояние. Не менее важный для питания процесс переваривания пищи в кишках, в которые вливается желчь, происходит благодаря воздействию другого вещества—*трипсина*. Его растворяющая сила, обуславливающая переваривание углеводов

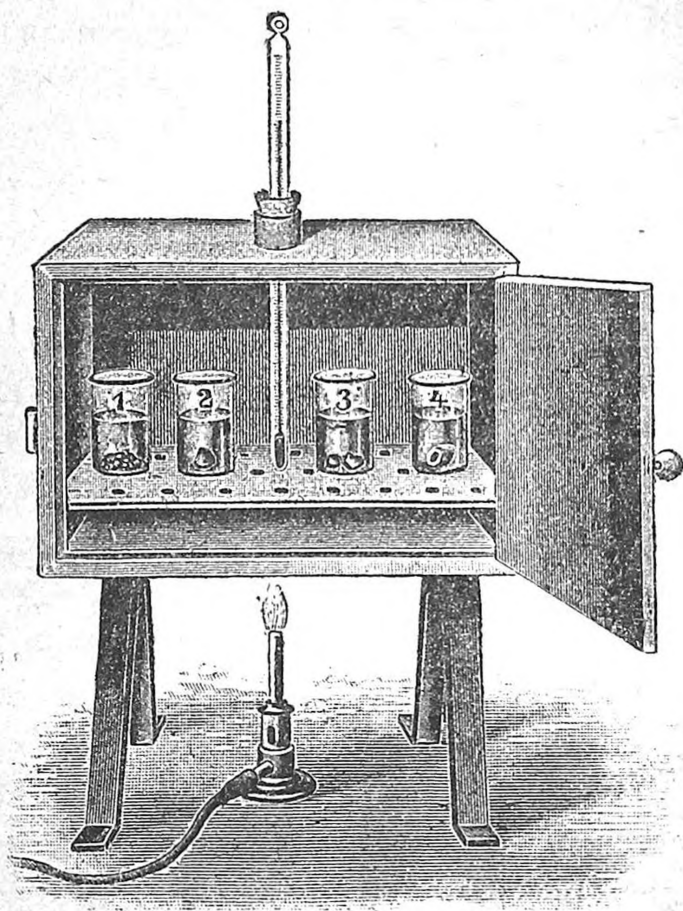


Рис. 15. Опыты над перевариванием.

и жиров, т.-е. перевод их в состояние, удобное для усваивания организмом, проявляется только в присутствии щелочей, и потому содержимое кишечного канала имеет щелочную реакцию. Все же те части пищи, которые не были переведены в усвояемую организмом форму при процессах переваривания, совершающихся в желудке и в верхней части кишечного канала, не имеют далее никакой цены для организма и извергаются из него. Бурый цвет этих отбросов обуславливается красящими веществами желчи.

Раз таким образом составные вещества пищи растворены, то уже легко себе представить, как они переходят в кровь и распределяются по всему телу.

Легкость эта, впрочем, кажущаяся и зависит от той упрощенной формы, в которой мы представили процесс пищеварения; на самом же деле одновременно возникает ряд вопросов, которых еще никто не решил.

Мы сейчас говорили как о совершенно само собой понятной вещи, что процессы пищеварения происходят в желудке и кишках. Но ведь самый желудок состоит из мяса, т.-е. белковых веществ (см. стр. 59); почему же он сам не подвергается перевариванию и почему он противостоит действию желудочного сока? Ведь мы совсем легко перевариваем гусиный желудок, хотя, правда, этому отчасти способствует то, что мы едим его вареным; но ведь собака легко может переварить его и в сыром виде?

Полного, точного ответа на этот вопрос мы еще не имеем. Мы достоверно знаем, что желудочный сок кисел, кровь же, напротив, имеет щелочную реакцию; поэтому можно себе представить, что кислоты и щелочи взаимно ослабляют друг друга в стенках желудка, вследствие чего возможность самопереваривания исчезает. Но так ли это на самом деле—до сих пор не известно.

Относительно процессов пищеварения многое остается еще невыясненным. Не желая быть многоречивым, позволю себе упомянуть лишь об одном вопросе, а именно: почему желудок выбирает из принятой им пищи, как бы сознательно, только то, что необходимо для всего тела?

Мы еще можем понять, что он заботится о себе и удовлетворяет своей потребности в питательных веществах для поддержания своей деятельности, но откуда знает он, какое количество фосфорнокислой извести необходимо костям для их существования, а также—что необ-

ходимо для большого мозга? Откуда знает этот пищеварительный аппарат, что до 22-го года, т.-е. до года, пока человек растет, нужно доставлять крови усиленное количество питательных веществ, и почему с 22-го года он уменьшает эту порцию? Но, ставя эти вопросы, мы подходим к таким задачам физиологической химии, о которых здесь невозможно распространяться.

Если говорить откровенно, то ведь, в сущности, мы даже не можем определить, что такое голод и жажда. Некоторые, например, ощущают голод в глотке, другие в желудке. Природа только позаботилась о том, чтобы мы с помощью чувства узнавали, что данное неприятное ощущение может быть устранено принятием пищи, и оставила нам большое поле выбора питательных веществ.

В химическом отношении питательные вещества разделяются на три класса: 1) *белковые* вещества (вместе с клейевыми), 2) *жиры* и 3) *углеводы* (крахмал и сахар).

Белковые вещества суть весьма сложно составленные *азотистые* вещества, которые природа образует в растениях (см. стр. 47). В тела животных они попадают вместе с пищей, причем из них образуются еще более сложно составленные белковые вещества, которые вследствие жизненных процессов потребляются, т.-е. подвергаются разрушению.

Получающиеся при этом продукты распада должны быть удалены из организма, так как непрерывное накопление их сделало бы невозможным дальнейшую жизнь. Это удаление естественно совершается при помощи крови, уносящей эти вещества в своем потоке. Будучи растворимыми в воде (иначе они не могли бы уноситься потоком крови), они вместе с кровью попадают в почки, задачей деятельности которых является удаление излишней воды из организма. Продукты распада белковых веществ растворены в этой воде, выделяемой от времени до времени в виде мочи. В этой моче мы находим весь азот потребленного белка, причем большая часть этого азота является в виде очень просто составленного вещества, так называемой *мочевины*. Если определить количество мочевины, выделяемое ежедневно человеком, то по нему можно вычислить количество белковых веществ, затрачиваемых организмом на выполнение своих жизненных процессов.

Название белкового вещества происходит от яичного белка, который сначала являлся единственным представителем этого класса

веществ, но постепенно был открыт и изучен целый ряд других белковых веществ самых разнообразных свойств. Так, например, белковые вещества можно разбить на две группы—растворимых и нерастворимых в воде.

Растворимое в воде белковое вещество, как, например, яичный белок, свертывается при варении. Это превращение весьма интересно, так как среди бесконечного ряда открытых химиками веществ нет ни одного, которое обладало бы таким свойством.

Главное белковое вещество молока—казеин—переносит кипячение без изменения. Но при введении в молоко малейшего количества кислоты казеин тотчас же свертывается, что мы можем видеть, внеся в молоко каплю уксуса.

Следующая таблица дает нам представление о количестве казеина и других составных частей в молоке и сливках.

	Молоко.	Сливки.
Воды	87,70	68,82
Казеина	2,91	3,76
Прочих белковых веществ	0,52	
Жиры	3,32	22,66
Молочного сахара	4,84	4,23
Золы	0,71	0,53

В теплые летние дни молоко само по себе скисает и створаживается. Скисание его происходит следующим образом: кроме казеина, количество которого в молоке достигает 3%, молоко содержит еще свыше 4% молочного сахара. Этот последний может, подобно прочим сахарам, бродить, т.-е. способен при известных условиях и, повидимому, без всяких химических воздействий переходить в другие вещества. Причиной каждого брожения являются находящиеся везде в воздухе грибки, микроскопические бактерии, вообще так называемые микроорганизмы; они проявляют свою деятельность лишь при наличии известных условий; так, например, молочнокислые бактерии, названные так оттого, что они превращают молочный сахар в молочную кислоту (с ними мы еще встретимся впоследствии), действуют успешно на молоко только при температуре между 20 и 30 градусами, почему молоко и скисает только в очень жаркие дни.

Если молоко при скисании створожилось, то это произошло от выделения казеина. Но створаживание молока можно произвести и другим путем, а именно—с помощью закваски; творог, выде-

ляющийся при этом, служит для изготовления разных сыров, употребляемых в пищу. Упомянутая закваска есть фермент вроде пепсина, с которым мы уже знакомы, но этот фермент не находится в любой стенке желудка, а специально—в слизистой оболочке телячьего сычуга.

В виду той важной роли, которую играет молоко в питании детей, старались добиться сохранения его по возможности на долгое время, воспрепятствовав его скисанию.

С этой целью многие семьи пользуются аппаратом Сокслета. В нем молоко нагревается в закупоренных склянках до 100°. Этим достигается, во-первых, умерщвление бацилл, находящихся в нем, а также и всех бактерий, вызывающих разложение и гниение, и, кроме того, устраняется доступ извне новым бациллам и бактериям. Вследствие плотной закупорки в склянку не могут проникать новые бациллы из воздуха, а потому не может произойти ни процесса брожения, ни процесса створаживания. Но молоко, прокипяченное в этом аппарате, нельзя отождествлять с сырым молоком, как это показывает и практика; ибо большинство детей, питающихся исключительно таким молоком, страдают обыкновенно запорами. Правда, находящиеся в нем казеин, жир, молочный сахар и т. д. не изменились при кипячении, но зато свернулось небольшое количество растворимого белкового вещества (содержание его в молоке доходит до 0,5%, т.-е. до одной шестой части содержания в молоке казеина), находившееся в молоке вместе с казеином, и стало поэтому менее удобоваримым.

Мы до сих пор познакомились с такими белковыми веществами, которые свертываются при нагревании или действии кислоты, но существуют еще и такие, которые находятся в живом организме в растворенном состоянии, но по выходе из организма очень скоро свертываются. Такие вещества находятся в крови, которая на воздухе быстро разделяется на твердый сгусток и на жидкость. Твердый сгусток при промывании водою теряет окраску; это и есть тот *фибрин*, который мы употребляли для нашего опыта с искусственным пищеварением, потому что он, как показывает опыт, легче всего пептонизируется при опытах искусственного пищеварения, что весьма удобно для лекционных опытов.

Остающаяся по отделении сгустка жидкость носит название *кровяной сыворотки*. Если в организм животного ввести ядовитые вещества, выделенные дифтеритными бациллами в питательной жид-

кости, в которой их развели, то, как показали сделанные недавно открытия, кровяная сыворотка этих животных будет противоядием при дифтеритных заболеваниях человека.

Мы не будем далее вдаваться в подробности подразделения белковых веществ, которое по существу представляется значительно трудным делом; упомянем только, что к этому же классу веществ относится и мясо, как весьма сложно составленное азотосодержащее вещество.

Сделаем еще следующее замечание. Мы уже говорили, что белковые вещества создаются растениями; в пшеничной муке содержится белка приблизительно 10%, в траве—в среднем от 2 до 3%, в сене от 10 до 12%. Сельские хозяева, если им не хватает корма для скота, прикупают еще так называемые усиленные корма; такими обыкновенно являются отруби и жмыхи, получаемые при добывании масла из семян масличных растений. Корма эти ценятся, смотря по содержанию в них белковых веществ, которое доходит иногда до 50%, как, например, в подсолнечных жмыхах; это самый удобный способ расценки, так как содержание белковых веществ легко устанавливается химическим анализом. Чтобы избежать слова белок, вызывающего в нашем уме представление о яичном белке, не имеющем ничего общего с составными частями семян растений, такие растительные белки называют обыкновенно протеиновыми веществами ¹⁾.

Если мы теперь заглянем в стаканы, в которых нами были поставлены опыты искусственного пищеварения, то увидим, что в первом стакане пепсин сам по себе не воздействовал нисколько ни на фибрин, ни на крутое яйцо. Соляная кислота во втором стакане произвела разбухание фибрина и не растворила его; что же касается белка круто сваренного яйца, то он остался без перемены.

Совсем иное действие оказала смесь пепсина с соляной кислотой в стаканах 3-м и 4-м. Действие этой смеси выразилось в том, что фибрин исчез совершенно; если исследовать полученный раствор, то окажется, что фибрин перешел в растворимое белковое вещество, называемое *пептоном*. Крутое яйцо также подверглось сильному влиянию смеси; хотя оно и не вполне растворилось и не вполне перешло в пептон, но, во всяком случае, сильно затронуто; произошло это оттого,

¹⁾ Название протеиновые вещества происходит от греческого слова *πρωτεῖον*, занимаю первое место, первенствующую. Оно получило права гражданства в науке, начиная с 1840 года, и указывает на громадное значение белковых веществ для жизненных явлений.

что оно менее удобоваримо, чем фибрин. Если бы мы употребили на опыт больше времени, то и крутое яйцо оказалось бы совершенно растворенным.

В естественном пищеварении мы наблюдаем те же явления; правда, крутое яйцо считается неудобоваримым, но оно все таки не вредит здоровому желудку, хотя этот процесс занимает больше времени, чем процесс переваривания других питательных веществ, как, например, мяса. Для больного желудка крутое яйцо уже не годится.

Белковые вещества в химическом отношении одни из самых сложных веществ, какие только существуют; при переваривании они превращаются в пептоны. Недавно проф. Фишеру в Берлине удалось приготовить в лаборатории вещества, очень схожие с пептонами. Эти работы представляют одну из интереснейших и заслуживающих удивления страниц современной химической науки, и весь ученый мир с напряженным вниманием ожидает сведений о дальнейших успехах гениального исследователя в этой области.

Для заключения этой лекции упомянем еще о клее. Хрящи, кости и так называемые соединительные ткани животного организма содержат в себе вещества, которые, будучи прокипячены с водою, переходят в раствор; полученная жидкость имеет способность при охлаждении застывать в студень. При высыхании этой студнеобразной жидкости получается клей, который в таком виде находит применение для склеивания различных предметов. Клей также содержит много азота. Процентное содержание в нем последнего не особенно отличается от белка, анализ которого мы помещаем здесь, и клей может отчасти заменять белок в пище, в которой он встречается, например, при варке костей, т.-е. в супах и соусах.

	Белок кури- ного яйца.	Растительный белок, из пшеницы.	Клей.
Углерода	52,25	54,3	50,1
Водорода	6,90	7,2	7,5
Азота	15,25	16,2	17,5
Серы	1,93	1,0	—
Кислорода	23,67	21,3	24,9

Лекция четвертая.

Смешанная пища.—Коровье масло.—Маргарин.—Искусственные жиры.—Крахмал. Разновидности сахара.—Образование сахара в плодах.—Питание больных сахарной болезнью.—Виноградный сахар.—Конфеты.—Сахарный кулер.—Тростниковый сахар.—Сахарин.—Принятие пищи.—Поваренная соль.—Железо.—Значение варки пищи.—Суп.—Тесто.—Печенье хлеба.—Варка картофеля.

Принимаемые нами в пище белки служат для пополнения белковых веществ нашего тела, потраченных на жизненные процессы. Но кроме белка наше тело нуждается еще и в другой пище, которая дает возможность постоянной затраты энергии со стороны тела; энергия эта тратится на движение всего тела или отдельных частей его, как, например, сердца; сверх того, при сгорании углерода этих веществ в углекислоту выделяется теплота, поддерживающая температуру тела на необходимой для жизни высоте.

Для замены углекислоты, выделяемой при дыхании, а следовательно и для поддержания теплоты тела, последнее не нуждается в азотистой пище, т.-е. в белке, так как углекислота состоит из углерода и кислорода.

Природа, как это было уже упомянуто, дала нам большой выбор питательных веществ, и при исключительном питании белком, последний, действительно, может покрыть своим углеродом решительно все нужды и траты организма. Подтверждение этого мы видим на хищных животных, которые питаются исключительно мясом; аналитические же исследования показали, что мясо почти не содержит безазотистых веществ и представляет, такимъ образом, почти белковую пищу (см. анализы на стр. 78).

Но, конечно, для поддержания жизненных процессов в организме нет необходимости питаться исключительно белком, и потому человек

охотно употребляет смешанную пищу, т.-е. в продолжение дня он получает ряд блюд, в которых имеет достаточное количество белка для пополнения израсходованного организмом и достаточное количество безазотистых веществ для поддержания работы тела и тепла. Введением в организм воды или жидкой пищи он удовлетворяет потребность организма во влаге.

Безазотистые вещества можно разбить на две большие группы: на *углеводы* и *жиры*.

Так как углеводы и жиры не содержат азота и значение их для питания обуславливается, главным образом, содержанием в них углерода, то они и могут, что весьма важно, заменять друг друга в пище.

Большая часть жиров, употребляемых в пищу, добывается из животного царства, но часть и из растительного мира; последние обыкновенно называются *маслами*. Углеводы, наоборот, встречаются в животном царстве в весьма малых количествах; почти все они доставляются нам растениями, как это мы сейчас подробно разъясним.

На основании всего сказанного до сих пор легко понять тот факт, что гренландцы пьют в большом количестве ворвань, т.-е. жир, о чем путешественники всегда рассказывают с удивлением. Так как в этой местности земледелие не может существовать и, следовательно, жители не имеют в своем распоряжении ни муки, ни сахара и т. д., то им приходится удовлетворять потребность в безазотистой пище с помощью ворвани. В наших странах употребляют в пищу то и другое: жиры в виде коровьего масла или жира и углеводы в виде хлеба, различных мучных кушаний, картофеля и тому подобных веществ. Дальше на юге выступают на сцену растительные жиры, как, например, оливковое масло.

Отсюда видно, что человек инстинктивно сумел приспособить свои потребности в жирах и углеводах соответственно обитаемой им местности.

В наших широтах большая часть жира потребляется в виде коровьего масла, добываемого из молока. Если оставить молоко стоять некоторое время, то оно распадается на два слоя—*сливки* и *тощее* или *снятое молоко*, так как легкие жировые шарики поднимаются наверх и образуют слой сливок.

При взбалтывании, которому сливки подвергаются в маслобойне, отдельные жировые шарики слипаются вместе, сбиваются в масло и при этом переходят из жидкого состояния в твердое.

Задача изготовления искусственного масла была разрешена в 1870 г. Меж-Мурье по предложению Наполеона III.

До 1904 г. для получения такого искусственного масла употребляли говяжье сало. Его растапливают при 50° и затем отцеживают от остатков тканей и всяких твердых примесей. Эта прозрачная жидкость с некоторою примесью соли оставляется стоять на сутки при температуре в 25° Ц., при чем она отчасти застывает. Затем ее отжимают в прессах, имеющих ту же температуру.

Твердый остаток от прессования, состоящий, главным образом, из самой твердой части сала—стеариново-кислого глицерина, идет на заводы стеариновых свечей (см. стр. 19), стекающая же из-под пресса жидкая часть, так называемый *олеомаргарин*, идет на выработку искусственного коровьего масла, т.-е. *маргарина*.

Производство олеомаргарина является выгодным особенно в Америке, где масса рогатого скота разделяется на мясные консервы; остающийся при этом олеомаргарин является отбросом, который мало на что другое пригоден, и его вывозят в Европу в больших количествах. Если, затем, его надо переработать на искусственное масло, то для этого к жидкому олеомаргарину прибавляют на одну треть его веса хлопчатобумажного масла и кунжутного масла, затем половину его веса молока и немного куркумы для получения желтой окраски. Прибавкой растительных масел имеют целью придать несколько твердому при обыкновенной температуре олеомаргарину мягкую консистенцию коровьего масла. Молоко, придающее маргарину вкус коровьего масла, для лучших сортов берется в цельном виде, для низших же сортов употребляется и снятое молоко. При энергичном сбивании такой смеси, она распадается на две части: на искусственное масло и на водянистую жидкость.

С 1898 г. к маргарину стали прибавлять яичный желток, благодаря чему устранена была одна неприятная сторона маргарина—брызги, летевшие от него при поджаривании. Дальнейшим шагом вперед была замена, при приготовлении маргарина, коровьего молока миндальным молоком, получающимся при растирании зерен миндаля с водой; эта жидкость совершенно свободна от бактерий, и изготовляемый с нею маргарин особенно долго не портится. Наконец, непрерывный рост цен на животные жиры заставил обратиться к кокосовому маслу. Оно получается из жиров кокосовой пальмы путем сбивания с миндальным молоком. Продукт этот по способу своего

изготовления, особенно по применяемым при этом машинам, стоит довольно близко к маргарину, добывавшемуся раньше, как было указано, из жира животных, молока и масла. Раньше кокосовое масло шло лишь на приготовление мыла, о чем подробнее будет сказано дальше.

Из вышесказанного следует, что, в сущности, против употребления в пищу хорошо приготовленного маргарина ничего нельзя возразить. Хлопчатобумажное масло притом так похоже на оливковое, что, например, в настоящее время при изготовлении во Франции консервов из сардинок употребляется почти исключительно хлопчатобумажное масло, а не оливковое—прованское.

Хороший говяжий жир, кроме переработки на маргарин, потребляется, как питательное вещество, сам по себе, в весьма обширных размерах; то же можно сказать и о свином сале (шмальце), вывозимом из Северной Америки в громадных количествах, и об искусственных жирах, которые стоят в таком же отношении к маргарину, как шмальц к естественному коровьему маслу. Такие жиры состоят большей частью из олеомаргарина, к которому хлопчатобумажное масло прибавляется в таком количестве, чтобы смесь походила не на коровье масло, а на шмальц. Искусственные жиры необыкновенно прочны. Против употребления таких жиров в пищу также, собственно говоря, нельзя ничего возразить, если для приготовления их употребляются хорошие, чистые продукты и самое производство держится в чистоте.

Покончив с жирами, перейдем теперь к углеводам, к которым относятся крахмал, сахар и тому подобные вещества, с которыми мы познакомимся несколько позже.

Название углеводов они получили вследствие соотношения между входящими в состав их тремя элементами, т.-е. углеродом, водородом и кислородом. Так, сахар, находящийся в винограде, т.-е. так называемый *виноградный сахар*, состоит из 6 атомов углерода (С), 12—водорода (Н), 6—кислорода (О), или, если прибегнуть к упомянутым выше обозначениям элементов, формула его будет $C_6H_{12}O_6$. Отношение между числом атомов водорода и кислорода равняется отношению 2 к 1; но то же самое отношение мы встречаем в воде, формула которой, как известно $= H_2O$. Так как в прежнее время полагали, что в этих соединениях углерод как бы соединен с водою, то их и называли— *углеводами*, ибо во всех веществах, принадлежащих к этой группе,

всегда отношение числа атомов водорода к числу атомов кислорода = 2 : 1, как в воде.

В настоящее время, благодаря целому ряду замечательных исследований проф. Фишера ¹⁾, стало известно, что такое отношение чисел атомов в рассматриваемых соединениях совершенно случайно, а потому название углеводов следовало бы отбросить; но его оставили, как довольно удобное общее наименование этого класса соединений.

Крахмал, важнейший из углеводов, есть вещество весьма распространенное в растительном царстве. Он представляет собой самый важный для питания человека углевод, так как потребляется нами во всех видах растительной пищи. Хлорофилльные зерна листьев обладают способностью перерабатывать углекислоту воздуха в крахмал, как это уже было указано на 36-й странице. Поэтому крахмал и встречается во всех зеленых частях листьев. Главным же образом он находится в тех органах растений, которые являются как бы кладовыми запасов веществ, например, в клубнях, корнях растений, в плодах и семенах.

Хотя химическая формула крахмала различного происхождения одна и та же, а именно $C_6H_{10}O_5$, т.-е. молекула всякого крахмала состоит из 6 атомов углерода, 10 атомов водорода и 5 атомов кислорода, но тем не менее крахмальные зерна разных растений, при рассмотрении их под микроскопом, имеют весьма различный вид, обладают, как говорят, различной структурой. Из формулы $C_6H_{10}O_5$ следует, что растение, для образования 162 гр. крахмала, должно присоединить к каждому 72 гр. углерода 90 гр. воды. Отсюда понятно, чем объясняется большая потребность растений в воде.

Крахмал употребляется в пищу в смеси с другими веществами, например, в виде хлеба (см. стр. 80), но, кроме того, его добывают в чистом виде для различных технических целей; у нас его добывают из картофеля, пшеницы, риса и кукурузы. В общих чертах добывание крахмала состоит в том, что, например, картофель растирают с водою и полученную кашу пропускают через сита с мелкими отверстиями. Все крупные части клеток остаются на ситах, тогда как крахмальные зерна вместе с водою проходят через отверстия сита. Полученную при этом жидкость молочно-белого цвета оставляют отстаиваться в чанах, в которых зерна крахмала постепенно оседают на дно. Осадок

¹⁾ Известный немецкий химик, умер в 1920 г.

этот, по удалении жидкости, по возможности освобождают от воды и сушат при невысокой температуре, так как если влажный еще крахмал подвергнуть действию температуры в 50°—60°, то он сильно изменяется, теряет свое зернистое строение и переходит в так называемый клейстер. Подобно тому как белок свертывается при этой температуре, так и влажный крахмал претерпевает полное изменение.

Смотря по растению, из которого крахмал был получен, его называют картофельным, пшеничным, рисовым и т. д. Крахмал, носящий название *аррорута*, добывается из корней различных тропических растений, а потому не все сорта аррорута, встречаемые в торговле под этим названием, одинаковы между собой.

Нечто иное представляет собою *саго*. Последнее добывается из сердцевины некоторых пальм, путем растирания и отмучивания, как и картофельный крахмал. Почти высушенный материал протирают затем через сито на теплые металлические сковороды. Протертые комочки крахмала оклейстериваются снаружи от нагревания и, слипаясь, образуют те кругленькие зерна, которые встречаются в торговле под именем саго.

Чтобы показать, сколько крахмала содержится в семенах и клубнях главных, употребляемых нами в пищу, растений, мы приведем нижеследующие анализы, причем для злаков мы даем анализы их, взятых в измолотом состоянии, ибо потребляются они в пищу именно в виде муки.

	Первосортная пшеничная мука.	Ржаная мука. Средний состав.	Картофель. Средний состав.
Воды	14,86	15,06	75,48 проц.
Белковых веществ . .	8,91	11,52	1,95 »
Жиры	1,11	1,79	0,15 »
Крахмала	65,93	62,00	20,69 »
Сахара	2,23	0,95	— »
Камеди и декстрина .	6,03	4,86	— »
Клетчатки	0,33	2,01	0,75 »
Золы	0,55	1,71	0,98 »

Отруби, т.-е. смесь измельченных оболочек зерен с прилегающими к ним верхними слоями зерна, получающиеся при просеивании муки через частые сита, представляют прекрасный корм для скота, как это уже было указано на стр. 58.

Состав отрубей следующий:

	Отруби:	
	Пшеничные.	Ржаные.
Воды	13,2	12,5
Белка	14,1	14,5
Жиры	3,7	3,4
Углеводов	56,0	59,0
Клетчатки	7,2	6,0
Золы	5,8	4,6

Из этих данных видно, что отруби богаче белковыми веществами, чем мука, и потому хлеб с отрубями правильно считается весьма питательным, хотя наружный вид его не совсем привлекателен. Благодаря такому значительному содержанию белка, такой хлеб рекомендуется больным сахарной болезнью.

Клетчатка, входящая, как то видно из анализов, в состав всех сортов муки и также принадлежащая к углеводам, имеющим формулу $C_6H_{10}O_5$, в сущности непереварима и, как питательное вещество, не представляет никакого значения.

Перейдем теперь к сахарам. Мы говорим о них во множественном числе, так как в природе встречается несколько видов сахаров, хотя и меньше, чем видов крахмала: *тростниковый сахар*, который мы принимаем в пищу каждый день, затем *молочный* и *виноградный* и т. д., о которых мы уже раньше упоминали.

Заметим кстати, что крахмал и сахар очень близки друг к другу; крахмал очень легко переходит в сахар, именно в виноградный. Такое явление мы можем часто наблюдать в жизни. Так, например, несладкие, незрелые плоды (клубника и т. п.) могут в несколько часов приобрести сладость. Происходит это оттого, что находящийся в клубнике крахмал переходит при созревании последней в сахар.

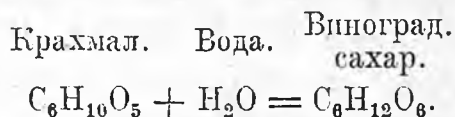
Но не одно только созревание способствует этому переходу: он может иметь место и при охлаждении плодов до 0° . Так, например, мерзлый картофель имеет сладкий, хотя и не совсем приятный вкус, что происходит от того же перехода крахмала в сахар. Этот переход крахмала в сахар может быть произведен еще в более короткое время. Если к воде прибавить какой-нибудь кислоты, например, соляной, и бросить в нее немного крахмала, то при кипячении часть крахмала переходит в сахар, что можно доказать следующей химической реакцией.

Прибавим к воде раствора едкого натра и медного купороса: получится голубой осадок *водной окиси меди*, который при кипячении чернеет, переходя в *безводную окись меди*; прибавление к раствору крахмала не изменяет этой реакции. Если же мы возьмем жидкость, полученную от кипячения крахмала с соляной кислотой, и прибавим к ней растворов едкого натра и медного купороса, то мы не получим никакого осадка, но темно-голубой раствор, который при кипячении не почернеет, но покраснеет, благодаря образованию при этом *красной закиси меди*; эта реакция весьма характерна для виноградного сахара, а следовательно при кипячении крахмала с соляной кислотой образовался виноградный сахар.

Химически этот переход крахмала в сахар весьма легко объясняется. Крахмал должен только присоединить элементы воды, чтобы превратиться в виноградный сахар.

Крахмал состоит из	присоединяет воду	и переходит в вино-
		градный сахар, со-
		стоящий из
6 атомов углерода		6 атомов углерода
10 » водорода	2 атома водорода	12 » водорода
5 » кислорода	1 » кислорода	6 » кислорода

или, если написать сокращенно,



Если умело повторить такую же реакцию с мочей, т.-е. прилить к ней растворов едкого натра и медного купороса, прокипятить и, если при этом появится красный осадок, то можно предполагать существование *сахарной болезни*, так как больные ею выделяют в моче виноградный сахар, образующийся в организме из крахмала, содержащегося в *пище*. Должно заметить, что такая моча при обработке указанными реактивами, как и раствор виноградного сахара, после нагревания дает не чисто красный, а желто-красный осадок, вследствие влияния некоторых составных частей мочи.

Диета, которой должны держаться больные сахарной болезнью и которая представляет громадные затруднения как для них, так и для окружающих их в выборе между дозволенными и не дозволенными кушаньями и напитками, является для нас вполне понятной, на основании всего вышесказанного. Белок не может переходить в сахар

(мы, конечно, исключаем из рассмотрения самые тяжелые формы болезни, когда и это может происходить, благодаря полному извращению нормального хода обмена веществ в организме), так как между ними нет прямой химической связи.

Точно также отсутствует прямая химическая связь между жирами и сахаром, и потому ни белок, ни жиры не могут служить материалом для образования сахара в организме. С другой стороны, мы уже имели достаточно доказательств того, как близки в химическом отношении крахмал и сахар и как легко переходит первый в последний.

При принятии в пищу, например, хлеба, содержащийся в нем крахмал, перевариваясь в кишках, переходит в сахар, который, благодаря своей легкой растворимости, легко поглощается из кишек путем диффузии и таким образом попадает в кровяной поток. При здоровом состоянии организма этот сахар затем вполне расходуется на деятельность организма, и так как весь содержащийся в нем углерод выдыхается в виде углекислоты, а водород окисляется в воду, то в моче уже и не будет содержаться сахара. При существовании же налицо сахарной болезни часть сахара проходит через организм не использованной и выделяется вместе с мочей, где его и можно легко открыть при помощи химического анализа. Тело больного сахарной болезнью не работает нормально, ибо не использует всего попадающего в кровяной поток сахара, как это имеет место в здоровом теле. Таким образом, нахождение сахара в моче служит указанием, что организм работает уже неправильно, ненормально.

Поэтому больной сахарной болезнью при исключительном питании белками и жирами, например, мясом, яйцами, маслом и т. п. пищей животного происхождения не будет выделять с мочей сахара, и, следовательно, он должен принимать в пищу, насколько это возможно, белки и жиры (например, прованское масло и другие растительные масла). Наоборот, сахар, мучные кушанья, хлеб или картофель, также плоды, и вообще большинство пищи растительного происхождения, которые, как мы это уже объяснили и как это можно усмотреть из анализов (стр. 65), содержат более или менее значительные количества крахмала, при принятии их больными сахарной болезнью будут давать сахар в моче и потому должны быть по возможности избегаемы.

Когда болезнь находится еще в легкой степени развития (к счастью, болезнь эта редко начинается в тяжелой форме), то значительная часть

принимаемого с пищей крахмала усваивается организмом в нормальном порядке и, следовательно, не выделяется в виде сахара; поэтому большинству больных сахарной болезнью разрешают небольшие количества хлеба, яблок и т. д. В таком случае больной будет выделять с мочей в виде виноградного сахара только небольшую часть потребляемого им крахмала, не используя ее для своего организма. Мы и далее будем еще затрагивать вопрос о диете больных сахарной болезнью (например, в главе о спиртных напитках), и все ссылки на сообщенные нами сведения помещены в указателе под рубрикой «сахарная болезнь, диета».

Но между крахмалом и виноградным сахаром есть еще и промежуточные продукты. Самый известный из них—это *декстрин*, который можно получить, например, при нагревании крахмала до 170° — 200° . Он часто употребляется для замены гуммиарабика.

Сахар, полученный нами путем кипячения крахмала с кислотами, изготовляется и заводским путем и носит название крахмального сахара или виноградного. Его очень трудно, даже в лабораториях, обратить в твердое состояние или, как говорят, выкристаллизовать, и потому в торговле он встречается обыкновенно в виде сиропа, который часто употребляется вместо меда и идет на изготовление пряников.

Но главное его применение это—в конфектном деле: конфекты не должны быть так тверды, как тверд, например, тростниковый сахар, а потому именно этот сироп и годится для изготовления конфект.

Сверх того из него получают сахарный *кулёр*. Если мы нагреем небольшое количество его в стеклянной пробирке до побурения и по охлаждении прильем немного воды, то последняя тотчас же окрасится в желто-бурый цвет, напоминающий цвет коньяка. Если же будем настаивать воду более продолжительное время, то получим окраску темного пива,—последняя, впрочем, как мы скоро увидим, достигается в пиве не этим путем.

Полученный из крахмального сахара кулёр весьма часто и охотно употребляют для подкраски различных питательных и вкусовых веществ в виду того, что он сам по себе совершенно безвреден для организма.

Но гораздо более интереса, чем виноградный сахар (который редко в жизни попадается нам в руки и о котором мы упомянули только ради известной последовательности в изложении), представляет для нас тростниковый сахар, который в течение дня несколько раз проходит

через наши руки и служит обыкновенным средством для подслащивания всяких кушаний.

До введения его в общее употребление обыкновенно применяли для той же цели мед.

Тростниковый сахар добывается, как указывает его название, из особого растения, сахарного тростника. Последний растет только в южных странах, и европейцы познакомились с ним только во времена крестовых походов. В Персии рафинировка сахара, полученного из сахарного тростника, стала известна еще с XII столетия. Белый рафинированный сахар появился в европейской торговле в первый раз в 1400 г. в Венеции. Потом венецианские купцы стали вывозить его с востока и распространять по всей Европе. Но сначала из тростника умели готовить только сладкий сок, в роде сиропа, и только в 1400 г. дошли до выработки из него твердого сахара.

Еще через столетие научились улучшать его путем рафинирования, т.-е. его растворяли еще раз в воде, осветляли раствор и, после уваривания и сгущения его, давали вновь выкристаллизовываться, отчего сахар делается гораздо чище.

Маточный раствор, слитый с готовых уже кристаллов, содержит еще большие количества сахара, не способного к дальнейшей кристаллизации; он обладает очень приятным сладким вкусом. Его получают еще поныне при рафинировании сахара из сахарного тростника и пускают в продажу под названием сахарной патоки, как дешевое сладкое вещество.

После того, как сахар стал товаром, легко доступным перевозке, и приобрел более привлекательный внешний вид, производство его начало значительно расширяться, и в странах, где климат благоприятствовал культуре сахарного тростника, стали усиленно заниматься его разведением. Таким образом, в центральной Америке, именно на Антильских островах, куда он был привезен в 1506 г., т.-е. почти через 15 лет после открытия самой Америки, стали еще в XVI и XVII веках выделывать при помощи ввозимых из Африки рабов столько сахара, что на некоторое время культура его в других странах и даже в Ост-Индии, весьма благоприятной для него по климату,—была почти прекращена. В Сицилии, единственной европейской местности, в которой серьезно занимались его культурой, он давно уже был введен арабами, но при перепроизводстве сахара в Америке культура сахарного тростника совершенно исчезла и в Сицилии. В настоящее время,

как в этом автору удалось лично убедиться, в Европе сахарный тростник разводится только в некоторых прибрежных местностях южной Испании, окруженных высокими горами Сьерры-Невады, где все время греет южное солнце и вполне отсутствуют суровые ветры.

Берлинский химик Маргграф открыл в 1747 г., что из свекловицы можно извлекать такой же сахар, как из сахарного тростника. Это открытие имело громадное значение для европейского сельского хозяйства. Последнее получило новое, весьма выгодное для него в экономическом отношении растение, хорошо произрастающее притом почти во всех местностях средней Европы, и из которого оказалось возможным получать совершенно такой же продукт, как из сахарного тростника, жителя тропических и субтропических (находящихся около тропиков) местностей.

Маргграф ясно понимал значение своего открытия. Один из его родственников, Ахард, попробовал было повести фабричное производство свекловичного сахара, но потерпел неудачу, так как колониальный сахар побивал свекловичный своей дешевизной. Такое положение дела изменилось только благодаря политическим событиям. Вследствие запретительной континентальной системы Наполеона I, цена всех предметов, ввозимых в Европу англичанами из колоний, в том числе и сахара, сильно возросла, начиная с 1806 г. При таких условиях добывание сахара из свекловицы стало выгодным, и потому в Европе очень деятельно принялись за культуру свекловицы.

После прекращения континентальной системы в 1812 г. большинство из возникших сахарных заводов вновь закрылось, но в производстве свекловичного сахара были сделаны такие успехи, что оно стало уже на более твердую почву в борьбе с колониальным сахаром, причем последнему, как удобному для казны предмету обложения, приходилось при том подвергаться обложению высокой пошлиной при ввозе в европейские государства.

Постепенно с годами производство свекловичного сахара достигло высокой степени совершенства, причем наука и техника оказывали друг другу взаимную помощь. Следующие числа очень ярко подтверждают это. Для добывания 100 килограмм (около 6 пуд.) сахара употребляли свекловицы:

в 1836 году	1800 килограмм
» 1842 »	1600 »
» 1857 »	1200 »

в 1871 году	1100 килограмм
» 1900 »	700 »
» 1910 »	600 »

Маргграф в свое время определил содержание сахара в свекловице в 6%. При хорошем подборе семян свеклы и при соответственном удобрении удалось достигнуть получения свекловицы с содержанием сахара в 14—16%, а в некоторых случаях и более 20%; точно так же были получены хорошие результаты и в Сицилии, где стали изготовлять свекловичный сахар, начиная с 1899 г. Даже в Испании, начиная с того же года, стали с успехом возделывать сахарную свеклу на ряду с сахарным тростником. Поэтому мы и видим, что до 1900 г. производство свекловичного сахара усиленным темпом обгоняет производство тростникового сахара, как это легко усматривается из следующей таблицы.

Производство в тыс. тонн (по 1.000 килограмм):

Годы.	Тростник. сахар.	Свекл. сахар.	Всего.	Произв. свекл. са- хара в %.
1840	1.000	50	1.150	4,35
1860	1.510	389	1.899	20,43
1880	1.852	1.402	3.254	43,08
1890	2.069	3.633	5.702	63,70
1900	2.862	5.575	8.437	65,08
1910	8.170	6.510	14.680	44,33
1917	11.425	5.966	17.391	34,30

Но, начиная с 1900 г. наблюдается более усиленное возрастание производства сахара из тростника, сравнительно с свекловичным сахаром.

Для извлечения сахара из свекловицы ее нарезают стружками, которые помещают в так называемую диффузионную батарею, и в течение нескольких часов извлекают из них водою весь сахар. Полученный сахаристый сок должен подвергнуться предварительно очистке и затем выпариванию. Эта последняя операция представляет большие затруднения, так как сахар, если его долго кипятить, изменяется и теряет свою способность затвердевать или, другими словами, кристаллизоваться. Над устранением этого препятствия долго работали и, наконец, выработали очень остроумный способ выпаривания такого раствора.

Так как раствор сахара при кипячении изменяется, а между тем сок надо тем или другим способом сгустить, то его кипятят и выпаривают не в открытых сосудах, а в закрытых помещениях с очень разреженным воздухом; благодаря последнему обстоятельству, температура кипения этой жидкости сильно понижается.

В нашей первой лекции мы наглядно познакомились с давлением воздуха. Вода только тогда закипает, когда пары ее преодолеют давление воздуха, и, только преодолевши его, они могут свободно в больших количествах подниматься в воздух.

Если с помощью воздушного насоса выкачать воздух из какого-нибудь закрытого сосуда, как, например, железного котла, употребляемого при выработке сахара, то в этом пространстве водяные пары станут подниматься гораздо легче, и вода будет кипеть не при 100° по Цельсию, но при гораздо низшей температуре. Может быть, суть этого явления станет яснее по приведении следующего примера. На Монблане вода закипает при 85°, потому что здесь на воду давит столб воздуха тем меньший, чем более вершина горы возвышается над долиной, где вода закипает при 100°.

В аппарате, где давление воздуха уменьшено, т.-е. где воздух разрежен, точка кипения значительно понижена, а потому сахарный сок легко переносит кипячение и выпаривание, не подвергаясь изменению. Когда он достаточно сгущен, при охлаждении его сахар выделяется в виде кристаллов, окрашенных в слабо желтый цвет. Такой сахар сырец (сахарный песок) очищают рафинированием на так называемых рафинадных заводах и выпускают в продажу в виде сахарных голов. Для полного обесцвечивания сахарных растворов употребляют уже знакомый нам животный уголь.

При выкристаллизовании сахара, конечно, получается маточный раствор, который называется *патокой*, *меляссой*, но она, в противоположность патоке из сахарного тростника, несъедобна по причине неприятного вкуса. Много лет делались попытки найти способ извлечения из нее оставшегося в ней сахара, но вот, начиная с 1882 г., химиками был найден такой способ, что из этого продукта, представлявшего малоценный отброс, теперь можно извлечь почти весь сахар. Начиная же с 1896 г., большие количества патоки идут без дальнейшей переработки на скормливание скоту. Сначала к меляссе примешивали торфяную муку, а теперь заменили эту муку мелко измолотой соломой, прибавляя, для усиления аппетита, экстракт дешевых горьких трав.

Чтобы закончить нашу беседу о сахаре, упомянем еще о новом сахаристом веществе, называемом *сахарином*. Название это происходит от латинского названия сахара—*saccharum*.

Из бесконечного множества известных нам химических соединений многие имеют совершенно определенный вкус. Так, например, кислоты и получили свое название потому, что первые известные представители этой группы оказались обладающими кислым вкусом. Основания, как едкое кали и натр, имеют едкий щелочной вкус. Соли, т.-е. продукты соединения кислот с основаниями, имеют то чисто-соленый вкус, то горько-соленый и т. д., а иногда и не имеют определенного вкуса. Громадное количество соединений, которые нельзя подвести под эти три категории, отличается большим разнообразием действия на орган вкуса. Не говоря уже о настоящем сахаре, давно были известны соединения, обладавшие сладковатым вкусом, так, например, клеевой сахар (гликоколь) и др.

Случайно между всеми этими телами было найдено одно, отличающееся необыкновенной сладостью, превышающей в 300 раз сладость сахара; это вещество и есть *сахарин*; он обладает весьма сложным строением и может быть научно назван *сульфинидом бензойной кислоты*.

Как питательное вещество, он не имеет никакого значения и не только потому, что употребляется в слишком малых количествах; но он может служить без всякого вреда для подслащивания всевозможных кушаний.

Его можно рассматривать до известной степени, как пряность, ибо он, как и всякая пряность, не имея питательного значения, при прибавлении в пищу в небольших количествах вызывает определенные и значительные вкусовые ощущения. Большое значение он имеет для больных сахарной болезнью, которые употребляют его для подслащивания своих блюд, в чем они раньше, до открытия сахараина, должны были по возможности себе отказывать. Подслащивание пищи подобным веществом не так маловажно, как это может казаться с первого взгляда, так как оно облегчает этим больным принятие пищи.

Мы принимаем ту или другую пищу, руководствуясь не только физическими потребностями нашего организма, но и различными психическими ощущениями, которые вызываются тем или другим родом пищи. Мы можем принимать в течение более или менее долгого времени только такую пищу, которая, благодаря различным приправам, кажется нам вкусной. Подобные приправы, как соль, перец, горчица,

необходимы для некоторого возбуждения пищеварительной деятельности. Эта потребность во вкусовых прибавках выражается в том, что мы весьма регулярно принимаем ежедневно теплые настои чаю или кофе, питательное значение которых равно нулю; мы их пьем потому, что знаем по опыту, насколько они способствуют более легкому принятию твердой пищи.

Среднее место между питательными и вкусовыми веществами занимают спиртные напитки, которые, при более подробном ознакомлении с ними впоследствии, мы должны будем отнести скорее к отделу вкусовых веществ.

Опыт показал, что организм человека легко привыкает к вкусовым веществам, так что при постоянном употреблении последних или наступает пресыщение, или же организм притупляется настолько, что для достижения того же действия требуются уже значительно большие количества этих веществ. Понятно, что такое злоупотребление вкусовыми веществами влечет за собою часто весьма пагубные последствия. Отсюда следует, что пищу необходимо разнообразить, приправы же для улучшения ее вкуса применять с известным выбором и в известных пределах.

Стремление изготовить пищу сообразно более утонченным вкусовым требованиям в сущности не должно вызывать осуждения; оно настолько же законно, как и всякое другое стремление сделать нашу жизнь более приятной.

Нельзя не заметить, что приготовление некоторых видов пищи в больших размерах ведет часто к улучшению ее. Так, в городах каждый получает хлеб от булочника, а потому может ежедневно иметь свежий и вкусный хлеб. Наоборот, в деревне, где каждая семья печет для себя хлеб отдельно, часто приходится питаться несвежим, черствым хлебом, так как печь свежий хлеб ежедневно для каждой семьи решительно невозможно.

То же можно сказать и о массовом заготовлении консервов ¹⁾ из овощей, которые, благодаря этому, зимою стоят немногим дороже, чем летом, а точно также и рыбных и мясных консервов.

¹⁾ *Примечание.* Изготовление консервов вполне соответствует получению стерилизованного молока в Сокслетовском приборе. Консервируемые вещества помещают в коробки из белой жести, наполняют водой, запаивают и кладут на некоторое время в кипящую воду, причем высокая температура убивает все находящиеся в коробке бактерии, гнилостные и другие, и тем самым уничтожает возможность порчи консервируемых веществ.

Даже самое вкусное и тонкое кушанье делается под конец невыносимым и несъедобным, если им долго питаться без всякой перемены.

Это относится не только к людям, но и к плотоядным животным; крысы—и те очень скоро умирают, если им давать только одно вареное мясо. Они предпочитают погибнуть от голода, чем продолжать его есть.

Такое явление не подтверждается на птицах, так как их можно продержать долгое время в клетках, кормя только одним сортом зерна. Но это объясняется тем, что зерна представляют смешанную пищу, как это видно из вышеприведенных анализов, а потому птицы и могут питаться в продолжение длинного промежутка времени одними только зернами.

Для поддержания нашего существования мы должны вводить в организм, кроме белка, жиров и углеводов, еще *воду* и *неорганические соли*. Из неорганических солей мы употребляем непосредственно только *поваренную соль*, которую мы прибавляем почти к каждому блюду и которая, безусловно, оказывает полезное действие на организм. Даже многие питающиеся растениями животные при первом удобном случае с удовольствием лижут каменную соль.

Все остальное, необходимое для нас, как, например, фосфорнокислая известь для костей и т. п., доставляется нам пищей в достаточном количестве, в чем мы можем убедиться из данных анализов. Общее количество этих солей приведено в анализах под рубрикой *зола*.

Одна из составных частей золы представляет особый интерес; а именно *железо*; остановимся несколько на нем.

Количество железа, необходимое ежедневно для организма человека, очень незначительно; оно равняется почти 0,15 миллиграмма на килограмм (2,4 фунта) человеческого веса. При весе тела, например, в 50 килограммов, необходимое для человека количество железа в год составляет всего около 3 граммов; несмотря на это, недостаточное поступление железа в организм вызывает малокровие и целый ряд других расстройств организма, известных всем. В то время как здоровый организм легко удовлетворяет потребность в железе на счет содержания последнего в пище, больной, например, бледной немочью (у молодых девушек) и другими подобными болезнями должен прибегать к искусственному введению железа в организм. Введение железа в организм часто представляет немалые затруднения, так как организмы разных людей различно относятся к тому или другому

препарату железа; поэтому в медицине постоянно изобретают все новые и новые препараты его. В настоящее время факты, доказывающие громадное влияние железа на увеличение количества крови, настолько многочисленны, что вряд ли найдется врач, который бы еще сомневался в полезности препаратов железа.

В заключение приведем таблицу, показывающую содержание железа (в миллиграммах) в разных питательных веществах, в виду особого интереса, вызываемого некоторыми из данных чисел. Содержание железа в питательных веществах имеет значение для всего жизненного периода, содержание же известно только для детского возраста.

В 100 граммах.	Содержится	
	железа ¹⁾ .	извести.
	М и л л и г р а м м о в.	
Сахара	0	0
Яичного белка	0	18,8
Вишен	0,24	27,2
Женского молока	0,28—0,37	29,2
Коровьего молока	0,3	196,3
Яблок	0,3	10,6
Риса	0,88—2,20	90,6
Белого хлеба	0,96	29,5
Спаржи	1,2	—
Картофеля	1,6	25,0
Ржи	3,2—4,2	52,7—60,4
Шпината	4,0—4,7	27,6
Говядины	4,7	8,1
Пшеницы	4,84	56,6
Яичного желтка	5,0—11,9	189,0

Закончив рассмотрение различных категорий веществ, необходимых для нашего питания, перейдем теперь к оценке значения варки пищи; в этом отношении животные и растительные питательные вещества весьма отличаются друг от друга.

Что касается животных веществ, особенно мяса, то предварительная подготовка его мало сказывается на его питательном достоинстве, например, ломтики сырого мяса для бифштекса, приправленные солью и перцем, считаются особенно питательными и не без основания.

¹⁾ Содержание железа в яичном желтке сильно меняется со временем года; во время несения яиц оно наивысшее.

Сырое мясо рыб и птиц уже не годится как пища, хотя в питательном отношении варка или жаренье мало его изменяют.

Но при жарении, когда мясо нагревают с расплавленным жиром и водою, образуются особые приятные на вкус и запах вещества, которые, возбуждая вкус, облегчают нам принятие пищи.

Пять нижеприведенных анализов подтверждают вышесказанные положения относительно влияния варки и жарения на состав пищи:

	Воды.	Белк. вещ.	Жиры.	Экстракт- тивных веществ.	Золы.
Свежее сырое мясо содер.	70,88	22,51	4,52	0,86	1,23
Вареное мясо	56,82	34,13	7,50	0,40	1,15
Жареное мясо	55,39	34,23	8,21	0,72	1,45
Телячьи котлеты сырые	71,55	20,24	6,38	0,68	1,15
Те же прожаренные.	57,59	29,00	11,95	0,43	1,43

Особенно бросается в глаза в этих анализах, что вареное мясо содержит воды менее сырого. Это зависит от сокращения мясных волокон при нагревании. Но еще удивительнее, что вареное мясо (мясо из супа) ничем не отличается от жареного мяса: содержание белковых веществ в обоих одно и то же. Совсем иное приходится сказать об экстрактивных веществах, содержание которых в жареном мясе, например, в бифштексе, вдвое больше, чем в вареном.

Под экстрактивными веществами мы подразумеваем те, которые при кипячении растворяются в воде и не принадлежат ни к жирам, ни к белковым веществам. Они-то и действуют на вкус возбуждающим образом, как мы это знаем по опыту. Если часть их будет извлечена из мяса, как это бывает при варке супа, то такое мясо получает пресный вкус, и едят его не особенно охотно. Если же можно улучшить его вкус с помощью приправ, или если оно не настолько выварено, что требуется улучшить его вкус приправами, то оно является съедобным и в питательном отношении несколько не уступает другому мясу.

Теперь перейдем к вопросу, как нужно варить мясо при изготовлении супа. Во многих странах совершенно не знакомы с супами, но у нас уже издавна горячее является одним из любимых обеденных блюд.

Спрашивается, нужно ли при его изготовлении опускать мясо в холодную воду или в кипяток? Попробуем выяснить затронутый нами вопрос опытным путем.

С этой целью обольем холодной водой мелко изрубленное сырое мясо и тщательно перемешаем эту массу. Отцедив через бумагу, мы получим светло-розовую (от малых количеств крови) прозрачную жидкость. Если мы станем кипятить ее в каком-либо сосуде, то вскоре увидим, что цвет ее из светло-розового становится серым и, сверх того, выделяется большое количество хлопьев свернувшегося белка.

Таким образом, холодная вода извлекла из мяса некоторую часть растворимого белка, который свернулся при нагревании; так как при варении супа постоянно удаляют с помощью друшляка ¹⁾ пену, то, следовательно, удаляют и свернувшийся белок, т.-е. жертвуют питательными веществами ради того, чтобы суп был светлым и прозрачным.

Теперь возьмем вторую порцию изрубленного мяса, обольем кипятком и прокипятим. Тотчас же мясо окрасится в серый цвет, так как красящее вещество крови не переносит высокой температуры. В кипящей жидкости мы почти не видим хлопьев белка, и если процедим ее, то получим светлую жидкость, которая при дальнейшем кипячении уже не выделяет хлопьев и не мутнеет.

В данном случае налитая на мясо горячая вода быстро свернула белок и этим закупорила все поры в мясе, так что экстрактивные вещества не могут уже так легко из него выделяться. Итак, если хотят иметь хороший наваристый суп, то нужно опускать мясо в холодную воду, потому что эта последняя извлекает в изобилии экстрактивные вещества; вареное же мясо тогда мало вкусно. Если же кто интересуется более вкусом мяса, то употребляет горячую воду, при чем суп получается менее вкусный.

В супе, главным образом, ценится вкус; питательного значения он не имеет, что лучше всего можно видеть из следующих цифр. Суп, анализ которого представлен ниже, был приготовлен из 500 грамм (около фунта) говядины и 190 грамм телячьих костей и содержал в себе:

Воды	95,18 проц.
Протеиновых веществ	1,19 »
Жиры	1,48 »
Экстрактивных веществ	1,83 »
Золы	0,32 »

¹⁾ Ложка с отверстиями.

Из анализа видно, что вода—главная составная часть супа. Протеиновые вещества, находящиеся в супе, главным образом, клеевого характера, так как белковые вещества свернулись раньше от действия высокой температуры и были удалены отцеживанием. О количестве жира и упоминать не стоит, столь оно незначительно. Если мы тем не менее едим суп с удовольствием и если он производит возбуждающее действие на нервную систему, то это—благодаря присутствию в нем экстрактивных веществ и калийных солей. Зола в данном случае, например, состояла на половину из калия, на четверть—из фосфорной кислоты. Всякие коренья, которые прибавляются к супу, служат только для улучшения его вкуса.

Варка, печение и жарение имеют гораздо больше значения для питательных веществ не животного, а растительного происхождения. Большинство из них, за исключением плодов, слишком жестки и тверды, чтобы идти в пищу в сыром виде, и организованные ткани, обуславливающие их консистенцию, точно также должны быть разрушены варкой.

Хлебные зерна, составляющие главную часть нашей пищи, должны быть предварительно освобождены от их твердой оболочки с помощью мельничных приспособлений, а затем уже внутренние части зерна перерабатываются на муку; эта твердая оболочка и представляет главную составную часть отрубей. Но мука сама по себе не может служить пищей человеку, так как стенки клеток, внутри которых находятся крахмальные зерна, с трудом поддаются действию желудочных соков. Совсем иной результат получается, если муку нагреть с водой. При нагревании клеточные стенки лопаются, и освобожденные зерна крахмала развариваются в клейстер, легко поддающийся перевариванию в желудке.

Такую же роль играет и печение хлеба, при котором последний разрушается в высшей степени и становится, таким образом, весьма удобным для переваривания.

Если смешать муку с водою, то, благодаря содержанию в ней клейковины, получается тягучая масса, называемая тестом. Клейковина есть белковое вещество муки, придающее тесту, как показывает само название, клейкость, тягучесть.

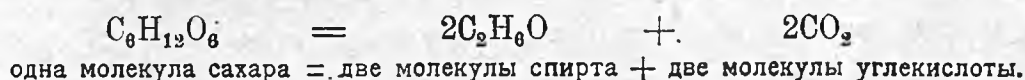
Если спечь такое тесто, то получится твердая масса, напоминающая корабельные сухари; если же оставить его на некоторое время в сыром состоянии, то оно изменится. В него попадут из воздуха дрож-

жевые клетки, которые вызовут брожение сахара, находящегося в муке, а также и молочно-кислые бациллы, образующие из сахара молочную кислоту.

Дрожжевое брожение, которое лежит в основании производства всяких спиртных напитков, с которыми мы вскоре познакомимся, состоит в том, что сахар разлагается на углекислоту и спирт, носящий в химии название *алкоголя*.

1 молекула, состоящая из	дает	2 молекулы спирта,	и	2 молекулы углекислоты,
		состоящих из		состоящих из
6 атомов углерода		2 атомов углерода		1 атома углерода.
12 » водорода		6 » водорода		2 » кислорода.
6 » кислорода		1 » кислорода		—

Или, если написать это сокращенно, то:



Одна молекула сахара распадается, таким образом, при брожении на две молекулы спирта и две молекулы углекислоты. Углекислота, образовавшаяся в данном случае в тесте, не может из него выделиться вследствие его тягучести и выполняет пузырями все тесто. Когда же это тесто попадает в печь, то спирт также испаряется и при этом разрыхляет хлеб. От жара лопаются оболочки влажных крахмальных зерен, которые тотчас же начинают обращаться в клейстер.

Наружная поверхность хлеба, пока он выпекается, подвергается действию столь высокой температуры, что крахмал начинает превращаться в декстрин. Мы уже упоминали о том, что декстрин имеет клейкие свойства, а потому крахмальные зерна на поверхности хлеба склеиваются между собою при помощи декстрина в одну общую массу, в ту самую хлебную корку, которую мы привыкли видеть на поверхности испеченного хлеба.

Тесто, полежав на воздухе, становится кислым, благодаря образованию молочной кислоты; в таком состоянии оно называется *кислым тестом*. Но, конечно, должен пройти довольно большой промежуток времени, пока в тесто из воздуха попадет достаточное количество микроорганизмов, вызывающих указанные процессы. Если же взять часть уже готового кислого теста и прибавить ее к только-что заготовленному тесту, то поднятие последнего (вход теста), вызванное брожением, происходит очень быстро, так как при этих условиях микроорганизмы развиваются удивительно быстро. Поэтому никогда

не употребляют всего полученного кислого теста, а оставляют часть его, чтобы затем прибавлять к свежему.

Вкус кислого теста переносится и в самый хлеб, а потому теперь из него готовят только черный хлеб, который имеет, как известно, кислый вкус. Для брожения же или, как говорят, для всхода пшеничного теста употребляют по большей части чистые дрожжи и тем избегают введения молочной кислоты. Раньше дрожжи доставлялись пивными заводами, теперь же их готовят отдельно и продают в виде прессованных дрожжей. Более подробно мы с ними познакомимся, когда будем говорить о спиртных напитках, так как, для полного ознакомления с ними, требуется целый ряд предварительных сведений.

Для всхода теста, кроме дрожжей, употребляют и другие средства, не имеющие ничего общего с процессом брожения; так, например, употребляется соль оленьего рога, главным образом при домашнем хлебопечении. По своему составу она есть не что иное, как углекислая соль аммиака. Углекислота есть кислый газ, аммиак—щелочной газ (см. стр. 48); при обыкновенной температуре происходит соединение между кислотой и основанием, и они образуют твердую белую соль; но при высокой температуре печи эта соль вновь распадается на составные части, и оба газа вспучивают тесто.

Многие хозяйки употребляют также поташ. Последний есть углекислый калий (см. стр. 45). Эта соль, в противоположность предыдущей, не поддается действию жара и не разлагается, но если ее прибавить в кислое тесто, то она выделяет углекислоту. Молочная кислота сильнее углекислоты и выделяет ее из соли—углекислого калия; при этом, с одной стороны, образуется молочнокислый калий, а с другой освобождается углекислота, которая и вспучивает тесто.

Сколько бы поташа ни положили в тесто, количество освобожденной углекислоты строго соответствует количеству молочной кислоты, а потому поташ можно применять только для всхода сильно кислого теста.

Из всего вышесказанного следует, что, при поднятии теста дрожжами, оно теряет часть своих питательных веществ, благодаря разложению дрожжами сахара, что имеет место при всяком брожении. Но с помощью так называемого пекарного порошка, введенного впервые Либихом, научились обходить эту потерю, вводя в тесто достаточное количество углекислоты другими путями.

Действие столь известного Горсфорд-Либиховского порошка объясняется содержанием в нем кислой фосфорнокислой извести и двууглекислого натра. При замешивании этого порошка с тестом, обе составные части этого порошка действуют, благодаря находящейся тут же влаге; одна на другую таким образом, что выделяют углекислый газ, и когда тесто достаточно замешано, оно оказывается настолько разрыхленным, что его можно сажать в печь.

В заключение скажем несколько слов о влиянии варки на картофель. Сырой картофель, уже благодаря своей твердости, не может быть употребляем в пищу. Твердость его зависит от оболочек, заключающих в себе крахмальные зерна; эти оболочки образуют между собою одно целое, как бы скелет картофеля, а потому сырой картофель так же не поддается действию желудочных соков человека, как и мука из хлебных зерен. При варке зерна крахмала разбухают, оболочки лопаются, и крахмал, впитывая в себя воду, переходит в полуклейстерообразное состояние, в котором он легко превращается желудочным соком в сахар; последний же, будучи легко растворимым в воде, входит путем диффузии в кровяной поток и таким образом служит питанию тела.

Из всего сказанного мы уже легко можем сами сделать выводы о влиянии варки, печения и т. д. на другие питательные вещества, а потому и закончим теперь обсуждение поставленного нами в начале этой лекции вопроса.

Лекция пятая.

Количество необходимых для человека питательных веществ.—Питательное значение наиболее важных видов пищи.—Брожение.—Вино.—Фруктовое вино.—Фруктовые напитки без спирта.—Шампанское.—Мед.—Кумыс.—Пиво.—Солод.—Спирт. Прессованные дрожжи.—Хлебный спирт.—Картофельный спирт.—Спирт из рева. — Барда. — Очистка спирта. — Абсолютный спирт. — Денатурированный спирт.—Спиртные напитки.

Перейдем теперь к весьма важному вопросу, а именно—какое количество пищи должен принимать человек для поддержания своих сил.

Мы уже сказали раньше, что пища должна состоять из веществ, содержащих азот (белковые вещества), и веществ, свободных от азота (жиры и углеводы). Принципы, проповедуемые вегетарианцами, не заставят нас отступить от высказанного нами положения. Вегетарианцы должны удовлетворять свои потребности в белке на счет растительных продуктов, так как они отрицают употребление в пищу мяса животных. В растениях же, как видно из анализов (см. стр. 65), углеводы настолько преобладают над белками, что, для удовлетворения своей потребности в белке, человек должен принять в себя совершенно излишний балласт углеводов. Что такой питательный режим можно выносить без ущерба для здоровья, это, конечно, доказано вегетарианцами на практике. Но ссылка на животных, питающихся исключительно растительной пищей и несколько от этого не страдающих, как, например, слон или лошадь, не совсем удачна, так как природа для лучшего использования ими углеводов снабдила их более длинным кишечником. Кроме того, многие из этих животных имеют по несколько желудков и пережевывают свою пищу по несколько раз.

Тогда как вегетарианцы могут все таки сравнительно легко переносить питание, организованное согласно исповедуемым ими

принципам, исключительно белковая пища оказывается невыносимой для человека. Это сказывается хорошо на неоднократно упоминаемых нами больных сахарной болезнью. Они должны избегать всякой растительной пищи (см. стр. 68), но долго придерживаться одной мясной пищи они не в состоянии. Уже одно исключение из их стола хлеба, картофеля и т. д. является, как это показывают сотни примеров, источником постоянного недомогания, а между тем это—единственный способ избежать тяжелых последствий этой болезни.

Многочисленные исследования дали ряд данных, указывающих на необходимое количество пищи для человека в продолжение дня. Следующие цифры даны Фойтом и Петтенкофером ¹⁾.

Здоровый рабочий потребляет в рабочий день: 137 гр. белка, 173 гр. жира и 352 гр. углеводов (крахмала или сахара).

Для питания молодого врача требовалось 127 гр. белка, 89 гр. жира и 362 гр. углеводов.

В среднем же считают на человека: 118,0 гр. белка, 88,4 гр. жира и 392,3 гр. углеводов.

Указанное только-что количество белка соответствует 18,3 гр. азота; оно содержится в следующих количествах разной пищи:

в 272 гр. сыра	в 2650 гр. сливок.
» 520 » гороха.	» 2905 » молока.
» 538 » тощего мяса.	» 4575 » картофеля.
» 796 » пшеничной муки.	» 4796 » сала.
» 905 » яиц ²⁾	» 7625 » белой капусты.
» 1430 » черного хлеба.	» 17000 » пива.
» 1868 гр. риса	

¹⁾ Уже до войны были поставлены многочисленные опыты для выяснения количества питательных веществ, необходимых человеку; они дали цифры более низкие, чем цифры Фойта и Петтенкофера. Но в обыденной жизни человек обыкновенно хочет есть не столько, чтобы лишь не умереть с голода, а по возможности вполне досыта, так как, помимо всего прочего, чувство сытости доставляет известное удовольствие и действует на настроение. Приведенные цифры, думается мне, все еще лучше всяких других соответствуют указанному положению вещей. Сохранил их я еще и потому, что они понятнее для среднего читателя, чем излюбленный в последнее время прием исчисления питательности продуктов в калориях.

²⁾ Весьма часто возникает вопрос о сравнительной питательности мяса и яиц; из ряда опытов можно прийти к заключению, что в среднем 1 килограмм мяса равен по питательности 18—20 яйцам.

Человек потребляет в день 328 гр. углерода, которые могут быть доставлены:

450 гр. сала	2231 гр. яиц.
824 » пшеничной муки.	2620 » тощего мяса.
896 » риса	3124 » картофеля.
919 » гороха	4652 » молока.
1160 » сыра	9318 » белой капусты.
1346 » черного хлеба.	13160 » пива.
1410 » сливок.	

Если взвесить количество употребляемого нами углерода в сутки, т.-е. 328 гр., в виде древесного угля, то получится количество, которое на первый взгляд скорее может отопить небольшую печку, чем поддерживать в человеческом организме температуру в 37° в продолжение суток.

Надобно сжечь гораздо более, чем мы это обыкновенно представляем, углерода, чтобы поддерживать в теле, примерно в 70 килограмм весом, температуру в 37° и вместе с тем его деятельность.

Говоря здесь о человеческом теле, схожем с телом всех высших животных, как о своего рода машине, мы не можем не отметить одного основного различия, а именно, что в животном организме вещество всех органов принимает участие в общем обмене веществ, тогда как материал, из которого сделаны машины, например, локомотивы, во время работы не подвергается изменению. Мы, например, произвели опыты переваривания пищи в стаканах (стр. 53) и тогда же отметили, что природа растворяет в желудке приходящие в него с пищей белковые вещества, хотя и сами стенки желудка состоят из белковых веществ; но вместе с тем и стенки желудка, как и все органы тела, в свою очередь, постепенно изнашиваются и возобновляются.

Всматриваясь ближе в приведенные выше цифры, мы можем заметить, что большая часть из них подтверждает жизненный опыт, в других же случаях эти цифры противоречат некоторым установившимся в жизненной практике взглядам. Так, например, кушанье, приготовленное из гороха и жира, считается чрезвычайно питательным. Наши таблицы также показывают, что, для покрытия своих ежедневных потребностей в пище, мы можем употреблять тот и другой род пищи сравнительно в малых количествах. Если же мы поставим вопрос о возможности питания одним пивом, то получим совсем другие результаты.

Пиво имеет весьма малое питательное значение; так, например, для того, чтобы покрыть нашу потребность в белке, мы должны выпивать по 17 литров пива в день; для удовлетворения нашей потребности в углеводе будет достаточно 13 литров. Короче говоря, пиво нельзя рассматривать, как питательное вещество, а скорее как вкусовое, не лишенное питательности. Выпивая ежедневно по одному литру пива, мы удовлетворяем только одну семнадцатую часть нашей потребности в питательных веществах.

Из всех вышеприведенных питательных веществ наиболее совершенным является ржаной хлеб; как видно из таблицы, полтора кило (немного менее 4 фунтов) его в день насыщают совершенно человека. Этим объясняется, почему рабочие, питающиеся гораздо хуже, нежели люди обеспеченных классов, которые употребляют в пищу ежедневно мясо, сохраняют вполне свои силы. Понятно и то, что рабочие, упражняя постоянно свои мускулы, являются более физически сильными людьми, чем те, которые поставлены, казалось бы, в лучшие условия по отношению к разнообразию в пище, но вследствие своего сидячего, большей частью, образа жизни почти не упражняют своих мускулов.

Вышеприведенные числа представляют; таким образом; низший предел количества пищи, необходимый для рабочего человека. Спускаясь ниже этого предела, человек может погибнуть. Если про кого-нибудь и говорят, что он очень мало ест, то все таки он ест не менее того, что показано в нашей таблице.

Обыкновенно же человек съедает гораздо больше, так как трудно составить себе пищу так, чтобы она содержала только теоретические числа, показанные в таблице; притом привычка ведь также много значит. Организм же извлекает из излишка пищи все, что ему нужно, а остальное выбрасывается им вон.

Если к хлебу прибавить масло, колбасу, вообще всякие питательные и вкусовые вещества, или заменять часть его другой пищей, или пить при этом горячий кофе и т. п. вкусовые вещества, то такое питание совершенно возможно.

Обеспечение народонаселения Европы самой простой пищей в настоящее время является уже делом весьма нелегким, ибо прирост этого народонаселения настолько велик, что для пропитания его требуется ежегодно сбор хлебов с площади в 15.000 километров, притом площади, находящейся в состоянии средней культуры.

Если мы примем во внимание, какую роль играют в питании растений минеральные вещества, то нам невольно бросится в глаза, что в питании животных и человека эти минеральные вещества как будто вовсе почти не имеют значения. Однако, новейшие работы Рагнара Берга представляют вопрос в совершенно новом освещении. По Бергу, *важнейшим моментом в питании является не количество белка, жиров и углеводов, а возможность их использования, зависящая от присутствия в пище минеральных солей*. При этом, чтобы пища была хорошо использована, в минеральных веществах должны преобладать основания.

Если бы нас спросили, каково должно быть наиболее правильное соотношение в ежедневной пище между белками с одной стороны и углеводами и жирами с другой, то, по нашему мнению, природа в этом отношении дает самые лучшие указания; молоко, например, которым в течение года и более питаются новорожденные, является характерным пищевым материалом, в котором природа как бы наметила нормальное соотношение в пище между указанными тремя классами соединений. Так, в коровьем молоке на 3,43% белка приходится 8,16% безазотистой пищи, т.-е. отношение между ними равно приблизительно 3,5 к 8. Последняя, т.-е. безазотистая пища, состоит из 4,84% углеводов и 3,32% жира; отношение между ними равно 5 к 3,5.

Если мы обратимся к числам Фойта-Петенкоффера, то увидим, что на дневное потребление 451 грамма углеводов приходится 127 гр. белка; если же между этими числами было бы установлено такое отношение, как в молоке, то на 451 гр. углеводов должно быть 187 гр. белка. Но что пригодно для новорожденного, то уже может оказаться излишним для взрослого человека, как это мы и выясним. Этим и объясняется бессознательное расположение людей к сильно азотистой пище, как, например, мясу и т. д., которое обыкновенно и удовлетворяется достаточными классами народонаселения, тогда как бедные классы не в состоянии доставить себе такую пищу.

Важное значение обильного белкового питания, в особенности в виде мяса, для всей нервной системы сказывается, между прочим, в агрессивной природе хищных зверей, тогда как питающиеся растениями животные, как, например, слоны, верблюды, рогатый скот, хотя может быть и более сильны физически, но зато гораздо более спокойны и терпеливы.

Добавим еще следующее: воззрение на молоко, как на подходящую смесь питательных веществ для всех периодов жизни, нужно рассматривать как нечто условное, как некоторый примерный масштаб. При сильном росте ребенка на первом году требуется большой приток белковых веществ; с другой стороны, малая его подвижность обуславливает и меньший спрос на жиры и углеводы, как материал для проявления силы; но в дальнейшей жизни человека отношение между ростом и деятельностью организма несомненно значительно изменяется, и опыт нам ясно показывает, что взрослый человек вполне удовлетворяется пищей; более бедной белком и более богатой жиром и углеводами, чем это соответствует молоку.

Займемся теперь вопросом о бродильных напитках.

Если оставить лежать долгое время мясо или влажную муку, то они загнивают и становятся несъедобными; жидкости же, содержащие в себе сахар, ведут себя иначе: они также изменяются, но не загнивают или становятся непригодными для питья, а, наоборот; превращаются в бродильные напитки.

Если оставить стоять на воздухе сахаристые жидкости, но не с слишком большим содержанием сахара, то со временем они превращаются в жидкости совершенно других свойств, причем этот переход сопровождается выделением газов и образованием осадка, называемого дрожжами. Самое крупное изменение в свойствах состоит в том, что эти жидкости теперь (после брожения) опьяняют. Этот процесс называется брожением, а полученная жидкость называется перебродившим напитком.

Слишком крепкие растворы сахара не поддаются этому процессу; напротив, они обладают консервирующими свойствами, чем и пользуются, например, при приготовлении фруктового варенья ¹⁾.

Мы уже говорили, что всякое брожение объясняется деятельностью носящихся повсюду микроорганизмов; те из них, которые обуславливают переход сахара в спирт и углекислоту, получили название сахаромицетов.

Из всех жидкостей легче всего поддается брожению та, которая получается путем прессования виноградных ягод. Она называется

¹⁾ Надо заметить, что не все сахара способны прямо подвергаться брожению: таковы, например, молочный и тростниковый сахар; если же рядом с последними бродит другой сахар, то и они постепенно превращаются в такой сахар, который способен прямо бродить (см. далее).

мостом, виноградным сушлом и содержит в себе прямо сбраживающий виноградный сахар и ряд других веществ, как, например, неорганические соли, потребных для правильного развития дрожжевых клеток. Полученный после брожения напиток есть *вино*.

Содержание в винограде сахара, о чем мы можем судить уже по его вкусу, необыкновенно изменчиво, и соответственно с ним изменяется и содержание спирта; но содержание последнего в вине имеет свой предел, и как только оно достигает в бродящей жидкости 16 объемных процентов, то дрожжевые клетки умирают, и брожение останавливается.

Между тем встречаются вина, как это показывает приведенная ниже таблица, имеющие гораздо большее содержание спирта. К такого рода винам был искусственно добавлен спирт, отчасти для того, чтобы сделать их более способными к продолжительному хранению, с другой стороны—для того, чтобы удовлетворить вкусовым требованиям публики, предъявляемым ею относительно известных сортов вина.

	Спирта	Кислоты	Сахара
	в процентах.		
Силезское	5,5	0,80	—
Маркобруннер 1882	7,17	0,78	—
Либфрауенмилх 1875	11,55	0,63	—
Феслауер Гольдек 1868	10,28	0,592	—
С. Жюльен 1865	9,28	0,637	—
Шабли 1862	9,30	0,494	—
Мальвазия	7,50	0,900	36,40
Самосское	14,96	0,730	7,68
Токайское I.	10,76	0,600	25,34
Токайское II.	14,84	0,620	8,20
Портвейн	19,82	0,330	4,82
Мадера	19,12	0,480	3,46
Малага	15,12	0,390	15,50
Херес	21,22	0,480	2,04

Из только-что приведенной таблицы ¹⁾ мы можем усмотреть, что всякое вино содержит немного свободной кислоты, а также, что в винах, добываемых из очень сладкого винограда, не все количество сахара может подвергнуться брожению вследствие вышеупомянутых

¹⁾ Приведем здесь кстати некоторые данные относительно состава главнейших русских вин (средние числа).

	Спирт в % по весу.	Кислоты в %.	Сахара в %.
<i>Крымские (Южный берег):</i>			
Красные	10,71	0,62	—
Белые	11,86	0,49	1,22
Десертные	11,03	0,49	6,55
<i>Донские:</i>			
Красные	5,02	0,34	7,26
Белые	7,30	0,53	8,26
<i>Кавказские:</i>			
Красные	9,04	0,48	—
Белые	10,43	0,41	—

причин, тогда как в винах, получаемых из винограда, бедного сахаром, последний совершенно исчезает. Вот почему такие сорта вин и рекомендуются больным сахарной болезнью.

Химические вещества, придающие *букет* вину,—этот особый тонкий аромат, усиливающийся с течением времени,—еще не вполне исследованы. Некоторые из них—эфирь органических кислот, т.-е. соединения такого рода, состав которых не может быть выяснен без особых, более глубоких химических сведений. Эти эфиры образуются в вине также под влиянием бактерий, которых иногда находили в живом виде в небольших количествах в вине, находившемся в закупоренной бутылке более 40 лет.

Теперь готовят также и *фруктовые* или *плодовые вина*. Они получаются так же, как и виноградные, т.-е. плоды (например, яблоки и груши) отжимают и полученную жидкость подвергают брожению. Если сок данных плодов беден сахаром, то вино получится с слишком малым содержанием спирта; чтобы усилить эту важную составную часть вина, часто прибавляют к плодovому соку сахар, который затем бродит вместе со всей жидкостью. Эта прибавка является необходимой при изготовлении вина из смородины и других ягод, бедных сахаром, если желают получить напиток со сколько нибудь заметным содержанием спирта.

Начиная с 1901 г., в продаже появились не содержащие спирта напитки из фруктов под различными специальными названиями; спрос на них со стороны противников спиртных напитков все более и более возрастает. Приготовление их происходит без брожения (иначе получился бы спирт) и состоит в следующем. На американских фабриках, изготовляющих сушеные яблоки для экспорта, остаются

значительные отбросы яблочной кожицы, которые раньше в лучшем случае скармливались скоту. Их теперь сушат, а затем в Европе вываривают с водой; осветленный настой насыщают немного углекислотой и разливают по бутылкам, на чем и заканчивается производство. Углекислота вводится с целью улучшить пресный вкус этого нового сорта напитков.

Из сусла, кроме обыкновенного вина, готовят также и *шампанское*, называемое так по местности Шампани, где его начал изготовлять с 1670 г. Периньон, заведывавший погребами аббатства Отвилле.

Способ его изготовления в настоящее время состоит в том, что к вину прибавляют сначала определенное количество наилучшего сахара. Такое подслащенное вино разливают по бутылкам и затем кладут их в горизонтальном положении. Так как вино в бутылках вследствие добавки сахара начинает вновь бродить, то развивается углекислота, которая затем и причиняет вспенивание вина. Возобновление брожения происходит благодаря оставшимся еще в молодом вине дрожжам, но иногда оно и не происходит, и тогда такое вино приходится выливать из бутылок. В виду этого в самое последнее время стали прибавлять к вину чистых дрожжей перед разливкой по бутылкам с целью обеспечить брожение. Когда вино вполне перебродило и дрожжи в нем отсели, то ставят бутылку вниз головой и от времени до времени встряхивают, причем дрожжи постепенно все скопляются у пробки. Когда рабочий затем откупоривает эти бутылки, держа их вниз горлышком, то весь образовавшийся осадок вылетает вон вместе с пробкой и частью шампанского.

Затем бутылки быстро доливают так называемым ликером и опять крепко закупоривают. Состав вливаемого в шампанское ликера, определяющий специальный вкус того или другого сорта шампанского, представляет обыкновенно секрет фабрикантов. После такой прибавки шампанское готово, но для улучшения должно еще значительное время полежать.

Вследствие сильного давления в бутылках, эти последние в прежнее время часто лопались, и почти четверть всего приготовляемого шампанского пропадала, но теперь, когда точно учитывают размеры давления в бутылках, пропадает только около одного процента.

В продаже бывает иногда весьма дешевое шампанское, но этот напиток имеет общего с шампанским лишь одно название, получается же совершенно иным путем.

Для его изготовления употребляют подслащенное легкое белое вино и в него искусственным образом нагнетают углекислоту так, как это делается при фабрикации сельтерской воды. Бутылка сельтерской воды стоит сравнительно очень дешево; значит, введение углекислоты в жидкость стоит недорого, а потому понятно, отчего шампанское, приготовленное таким образом, продается по дешевой цене.

В то время, как жители южных стран, где с успехом разводится виноград, еще в древности познакомились с вином, благодаря необыкновенной легкости его получения, северные народы нашли другие способы изготовления спиртных напитков.

Так, например, жители местностей по северную сторону Альп, к которым виноград проник только с покорением их римлянами, употребляли издревле с этой целью *мед*. Его изготовление очень несложно: пчелиный мед, столь богатый сахаром, служит для него исходным материалом. Цельный пчелиный мед не подвергается брожению, а потому его разбавляют водою; попадающие в него из воздуха дрожжи вызывают в нем брожение, и таким образом получается опьяняющий напиток—мед. В наше время он почти позабыт, и надо сознаться, что он не отличается особенно приятным вкусом.

Также древне и употребление для питья *кумыса*, т.-е. перебродившего кобыльего молока. Он исключительно употребляется в Закаспийской области и в восточной России. Вкус его недурен, как в этом удалось убедиться автору путем личного опыта на Кавказе. Так как у нас молоко при стоянии не обращается от действия дрожжевых клеток в опьяняющий напиток, а, напротив, скисает от деятельности молочнокислых бактерий, которые превращают его молочный сахар в молочную кислоту (см. стр. 56), то мы должны сказать несколько слов о приготовлении кумыса.

Молоко разбавляют водою в 10 раз и прибавляют к нему заранее приготовленного кумыса; находящиеся в последнем молочнокислые бактерии быстро превращают молочный сахар в молочную кислоту, эта же последняя переводит оставшийся молочный сахар в сахар, способный бродить от дрожжей, при чем наступает настоящее брожение, сопровождающееся образованием спирта и углекислоты.

Поступая таким же образом с коровьим молоком, из него можно получить тоже опьяняющий напиток; его пробовали готовить в зна-

чительных размерах, но это производство скоро должно было прекратиться, так как жителям Европы такой напиток не понравился.

В тех местах Европы, где нет винограда, с течением времени мед и тому подобные напитки были заменены пивом, которое настолько превосходит их во вкусовом отношении, что решительно повсюду отвоевало у них почву. Чтобы понять производство пива, мы должны дать несколько предварительных сведений.

Если посадить зерно в сырую землю, то оно в скором времени пускает росток в виде корешка, а затем появляются и листья. Но корень не может сначала дать им достаточного количества пищи, а потому на помощь ему приходят запасы крахмала и белка (см. стр. 64), находящиеся в зерне. При прорастании последнего образуется вещество, превращающее крахмал в сахар и декстрин и растворяющее белок. Благодаря ему, зерно может питать молодое растение до тех пор, пока корень не будет в состоянии доставлять растению все нужное для его существования.

Опыт показал, что из всех хлебных зерен лучшим материалом для приготовления пива является ячмень. Но оно, конечно, может быть приготовлено также из пшеницы; таковым является берлинское белое пиво и т. п.

Так как чаще всего в обыденной жизни встречается ячменное пиво, то мы займемся специально рассмотрением его производства и, уяснив себе последнее, мы легко поймем производство всех других сортов пива.

Для приготовления пива ячмень раньше всего сильно размачивают и затем переносят в не слишком холодный погреб.

Там он прорастает, лежа в кучах, и выпускает при этом корешки; в нем образуется вещество, переводящее крахмал в сахар. Вещество это называется *диастазом*; оно оказывает влияние и на азотистые вещества, как, например, на белок, переводя его в растворимое в воде состояние.

Когда корешок достиг размера, намеченного путем ряда предварительных опытов, то ячмень высушивается; полученный таким образом продукт называют *солодом*. Если сушка происходит на воздухе, то такой солод называется воздушным. Но обыкновенно его сушат в особых сушильнях, т.-е. помещениях с высокой температурой. Чем выше температура сушильни, тем более оказывается в солоде бурых веществ, и тем темнее получается пиво. А для получения очень

темного пива часть солода поджаривают, подобно кофе, в особых барабанах.

Полученный таким образом и затем измельченный продукт поступает в чаны, где его обливают водою в 50° — 70° , так как при этой температуре легче всего совершается переход крахмала в сахар и декстрин под влиянием диастаза солода, образовавшегося в ячменном зерне при его проращении.

При этом, как говорят, затирании, из солода получается сладковатая жидкость—пивное сусло, которая по охлаждении ее соответствует выдавленному из винограда соку—мосту. Тогда как в мосте находится готовый, пригодный для брожения, сахар из винограда, крахмал, содержащийся в ячмене, должен быть искусственно переведен в сахар, поддающийся брожению. Если сусло подвергнуть брожению в таком виде, то получилось бы пиво, негодное для употребления. Уже давно стало известно, что сусло необходимо прокипятить с чем-нибудь горьким для того, чтобы придать приятный вкус напитку. В наше время с этой целью употребляют хмель, который стали разводить на рейнских берегах с начала IX столетия. Раньше вместо него употребляли дубовую кору. Вкус, придаваемый ею напитку, не мог бы, конечно, удовлетворить нашим современным требованиям.

После варки сусла с хмелем оно должно быть по возможности быстро охлаждено, что в настоящее время достигается разливанием горячего сусла на большие сковороды при помощи особых механических приспособлений. Охлаждение должно происходить быстро, так как иначе сусло подвергается опасности неправильного хода брожения, а именно: при температуре между 30° — 25° может произойти описанное нами молочнокислое брожение, и тогда пиво окиснет и испортится. Достаточно охлажденное сусло перепускают в погреб в большие чаны и прибавляют дрожжей от предыдущей операции, после чего наступает правильное брожение.

Если бы ждать, пока из воздуха нападет в пиво достаточное количество дрожжевых клеток, то брожение шло бы плохо и слишком долго; при внесении же в пиво некоторой массы дрожжей сразу, последние встречают в пиве необходимые для их жизни вещества в достаточном количестве и начинают крайне быстро размножаться и превращать сахар в спирт и углекислоту. Когда брожение происходит при 12° — 15° , то сразу развивается такая масса углекислоты, что

поднимающиеся на поверхность жидкости газовые пузырьки увлекают с собою дрожжевые клетки, которые и собираются на поверхности. При этом получается пиво, как говорят, *верхового брожения*, не пользующееся особенным спросом и неспособное долго сохраняться.

При пивоварении по так называемому баварскому способу брожение происходит при 6—8° тепла. Оно протекает гораздо медленнее, и дрожжи остаются на дне в виде осадка, так как пузырьки углекислоты выделяются медленно и поднимаются наверх, не захватывая с собою дрожжевых клеток. Полученное пиво *низового брожения* очень прочно при сохранении и имеет превосходный вкус, обеспечивающий ему полную победу на мировом рынке.

Но пиво, в противоположность всем другим спиртным напиткам, должно для приятного вкуса содержать некоторое количество углекислоты; без нее пиво получает несколько приторный, пресноватый вкус.

Чтобы снабдить пиво достаточным количеством углекислоты, его после главного брожения переливают из бродильных чанов в бочки, где продолжается медленное послеброжение, и затем, незадолго перед его употреблением, бочки закупоривают. Так как из закупоренной бочки углекислота не может удаляться, то она постепенно, образуясь при дальнейшем брожении, в значительной мере растворяется в пиве и насыщает его. Весовое количество углекислоты в пиве очень незначительно, а именно 0,2%, что видно из приведенных ниже анализов, представляющих средний состав наиболее важных сортов пива. В следующей таблице приведены сведения, конечно, только о главных составных частях пива:

	Вода.	Углекислота.	Спирт в % по весу.	Сахар.	Зола.
	в процентах:				
Зимнее пиво	91,81	0,228	3,206	0,442	0,200
Летнее пиво	90,71	0,218	3,679	0,872	0,223
Портер	87,10	0,155	5,350	1,340	0,419
Белое пиво	91,64	0,279	2,510	—	0,163

Как видно из таблицы, больному сахарной болезнью можно смело разрешать в день поллитра пива.

Переходим теперь к спирту и к напиткам, приготовляющимся из него.

Опьяняющее действие вина было известно с незапамятных времен, но выделить из вина опьяняющее начало удалось только в VIII столетии арабам, открывшим перегонку ¹⁾.

Помещая вино в колбу прибора для перегонки (стр. 25) и кипятя его, мы получим в приемнике бесцветный, прозрачный, как вода, перегон приятного запаха. Арабы были поражены его горючестью и называли его алкоголем. Этот перегон по представлению европейцев того времени содержал как бы дух вина; остаток же от перегонки называли флегмой.

Заметим наперед, что как в вине, так и в других спиртных напитках главным действующим началом является спирт; принятый в умеренном количестве, он возбуждает, в чрезмерном же—опьяняет.

Покажем, что в пиве тоже находится это начало, и что при кипячении пива выделяется летучее и горючее вещество, т.-е. спирт. Для этого выльем бутылку пива в колбу для кипячения и закроем

¹⁾ Процесс перегонки нам кажется теперь очень простым, но в древности, несмотря на большой интерес, проявленный учеными того времени к исследованиям природы, они не набрали на этот весьма важный способ разделения летучих от нелетучих и мало летучих тел. Древние были более склонны к философскому исследованию природы и надеялись ответить на все вопросы чисто умозрительным путем. Этот путь разрешения естественно-научных задач, на основании тысячелетних бесплодных опытов, должен быть признан безнадежным. Естественные науки пытаются получить у природы ответы путем опыта, и этот путь наиболее разумен, ибо он имеет более всего шансов на успех.

Но все же в древности до введения перегонки были известны способы, напоминающие ее, с помощью которых можно было открыть многие новые полезные вещества. Так, например, Плиний сообщает нам, что если кипятить *живицу* (терпентинную смолу, вытекающую из насечек, сделанных на стволах различных хвойных деревьев) с водою, накрывши сосуд шерстяным одеялом, то, при выжимании последнего получают масло, отличное от терпентинной смолы. Так как скоро нашли применение тому маслу (нашему скипидару), то его и стали добывать в больших количествах. Но мысль о перегонке терпентинной смолы все таки не пришла им в голову, и они получали скипидар таким несовершенным путем.

Может быть, будет небезынтересным упомянуть о том, что теперь еще, т.-е. на 2000 лет позже, уроженцы острова Формозы добывают камфору подобным же образом. Они варят камфарное дерево с водою в котле, накрытом высокой крышкой, покрытой с внутренней стороны прутьями. Камфора улетучивается вместе с водяными парами и осаждается на прутьях в виде шариков; вследствие охлаждения, производимого крышкой, выход ее при этом достигает до 3% веса дерева. Дальнейшая очистка, благодаря которой она принимает известный нам вид, производится уже в Европе.

последнюю пробкой, в которую вставлена стеклянная трубка в $1\frac{1}{2}$ аршина длины (рис. 16).

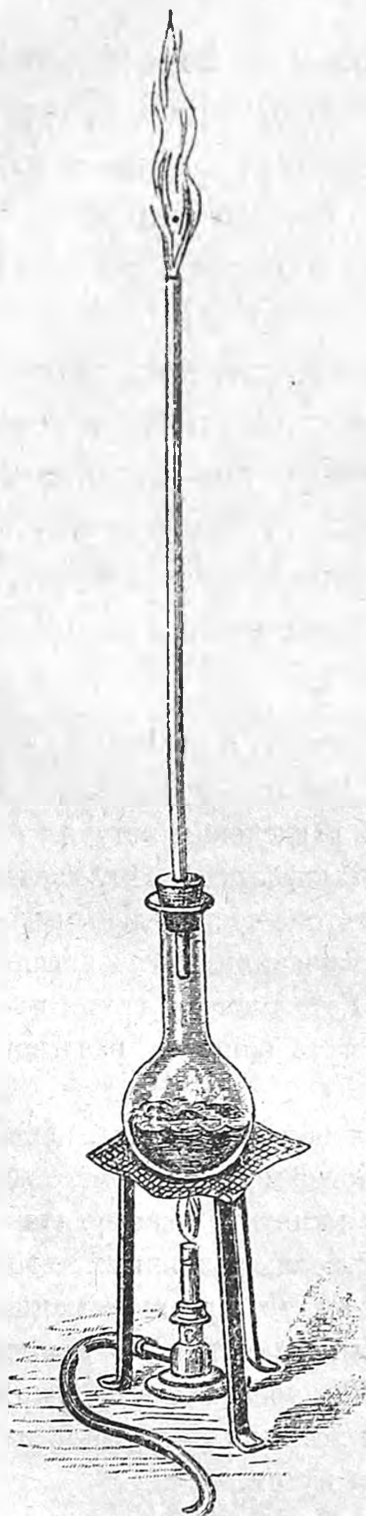


Рис. 16. Доказательство содержания спирта в пиве.

Заставим пиво закипеть ключом и поднесем к верхнему концу трубки зажженную спичку; выделяющиеся из него пары спирта вспыхнут длинным пламенем; пламя это, конечно, скоро потухнет, так как взятое нами количество пива содержит мало спирта и он, выделяясь при кипении пива, быстро сгорает. Если бы мы не зажигали этих паров, а, охладив их, собирали, то получили бы жидкий спирт, совершенно такой, какой тем же путем получается из вина, что химик может легко доказать.

Тогда как вино и в настоящее время ¹⁾ служит материалом для получения спирта, так называемого *коньяка* (путем перегонки в металлических приборах, напоминающих по своему устройству стеклянный, изображенный на стр. 25), пиво никогда не употреблялось для этой цели, так как уже давно нашли гораздо более удобный способ получать спирт из хлебных зерен. Как кажется, способ этот был найден около 1500 г. в Южной Германии. Сущность его в главных чертах состоит в следующем.

Исходным материалом служит рожь, но не одна, а с прибавкой ячменя. Первые операции в этом производстве те же, что и при пивоварении: замоченный ячмень проращивают в погребах, но полученный при этом так называемый зеленый солод не сушат и не поджаривают, а прямо пускают в дальнейшую обработку.

Диастаз, появляющийся в зернах при образовании солода и обладающий способностью превращать крахмал в декстрин и сахар, может

¹⁾ Раньше весь спирт, какой только встречался в продаже, получался также исключительно из вина.

вызвать такое превращение у гораздо большего количества крахмала, чем сколько его находится в самом солоде. Поэтому, если взять размолотую и еще лучше разваренную рожь, облить водой в 60° и прибавить измельченного солода, то весь крахмал ржи превратится в сахар. Полученная сахаристая жидкость, сахар которой получился из крахмала ржи и солода действием на него диастаза и напоминающая таким образом виноградный мост, подвергается затем брожению, причем дрожжи готовятся обыкновенно тут же на винокуренном заводе.

Это получение дрожжей связано с производством так называемых *прессованных дрожжей*, которые в настоящее время употребляются всюду, где надо вызвать брожение: при хлебопечении, в кулинарном деле и т. д. Прессованные дрожжи теперь почти вытеснили жидкие (верховые) пивные дрожжи, которые содержат много воды и, благодаря хмелю, имеют часто горький привкус.

Чтобы приготовить значительные количества дрожжей для винокурения, ведут сильное верховое брожение следующим образом: готовят сусло из одной части ячменного солода и пяти частей молотой ржи, задают дрожжей и дают бродить при температуре около 40°, т.-е. при температуре, слишком высокой для обыкновенного спиртового брожения. Высокая температура нужна была, чтобы иметь в смеси нужное для хорошего брожения количество молочной кислоты. Но с 1900 г. молочная кислота заменена серной. Брожение (верховое) разыгрывается весьма бурно, и полученные при этом в большом количестве новые дрожжи частью применяют для целей винокурения, частью перерабатывают на прессованные дрожжи. Для получения последних рабочий вычерпывает плавающие сверху дрожжи на волосяное сито, находящееся на поверхности чана с водой. Дрожжевые клетки проходят через отверстия сита и постепенно оседают на дно чана, посторонние же вещества остаются на сите.

Когда дрожжи вполне отделились в воде, последнюю сливают, наливают свежей, разбалтывают, дают отстояться и повторяют это несколько раз, с целью очистки дрожжей.

По сливании воды, дрожжи остаются в виде ила, напоминающего размякшую глину, из которого удалить воду прессованием не удастся. Поэтому прибегают к особому искусственному приему, дабы придать им ту тестообразную консистенцию, в которой они теперь встречаются в продаже, а именно: к ним прибавляют до 20% хорошо высушенного

крахмала, который сильно при этом впитывает в себя воду, и затем уже отпрессовывают. Полученные при этом тестообразные плитки и представляют собой прессованные дрожжи. Крахмал в них не подвергается никакому изменению, так как дрожжи действуют на сахар, но не на крахмал.

Последнее время в бродящий затор стали продувать воздух, так как нашли, что при этом дрожжи лучше развиваются и их получается больше. Точно также теперь придуманы прессы, в которых дрожжи освобождают от избытка воды и прессуют, не прибавляя крахмала, чем и объясняется нахождение в продаже бескрахмальных дрожжей.

Вернемся опять к винокурению. Сахаристая жидкость, полученная при затирании ржаной муки с солодом, подвергается затем, по прибавлении достаточного количества крепких дрожжей, брожению для получения из нее спирта.

Наконец, перебродившую жидкость—бражку—перегоняют; получающийся при этом перегон—хлебный спирт—имеет, подобно винному спирту, приятный запах и вкус, так что может прямо служить для приготовления всяких спиртных напитков. Остаток в перегонном кубе называется *бардой*; мы еще к нему вернемся.

С двадцатых годов прошлого столетия стали получать спирт и из картофеля. Хотя картофель не содержит в себе ничего, напоминающего спирт, но мы знаем, что в нем много крахмала, и можем легко понять, что, после осахаривания этого крахмала, картофель также может служить исходным материалом для винокурения.

При взгляде на данные средних величин урожая того и другого растения, мы сразу же видим, что с одного и того же поля мы можем получить большее количество спирта, засевая его картофелем, чем рожью. Средний урожай с гектара дает около 1600 килограммов зерна (около 96 пудов), в которых (при 65-ти процентном содержании крахмала) содержится 1040 килограммов (около 63 пудов) последнего. Между тем картофель дает с того же гектара урожай в 16000 килограммов (960 пудов), в которых крахмала (считая в среднем 18%) будет 2880 килограммов (около 170 пудов).

Мы знаем уже, что крахмальные зерна картофеля заключены в оболочки; и, чтобы освободить их от последних, надо проварить картофель с водой. Но практика выяснила, что таким путем никогда не удастся перевести *весь* крахмал в такое состояние, при котором диастаз

мог бы легко на него действовать; короче говоря, не весь крахмал при этом осахаривается, что, конечно, составляет потерю. Для получения наибольшего количества спирта из данного материала, картофель варят теперь не в открытых сосудах, а в закрытых и под увеличенным давлением.

Если мы станем нагревать воду в наглухо закрытом котле, например, в паровом котле, то она будет труднее закипать, чем в открытом сосуде. Подобно тому как вода, по удалении воздуха из содержащего ее сосуда, закипает гораздо ниже 100° , т.-е. точки, при которой она кипит в открытом сосуде при обыкновенном атмосферном давлении, так и здесь точка кипения воды повысится, ибо пар не может выйти из сосуда и усиленно давит на воду. Так, если давление будет в четыре раза более обыкновенного, или когда оно, как говорят, равняется 4-м атмосферам, то вода начинает закипать только при 150° Ц.

Для полного разваривания крахмала картофель варят именно при такой температуре (в 150°) в так называемых запарниках, причем, понятно, вода, входящая в запарник, также имеет температуру в 150° . Когда картофель вполне запарен, то внезапно открывают кран на дне сосуда, при чем все содержимое его с силой выбрасывается в особо поставленный чан. Так как картофель и вода, находившиеся только-что при температуре в 150° и при повышенном давлении, попадают теперь под меньшее, обыкновенное давление, то вода энергично, почти со взрывом, переходит в пар; при этом вода, находившаяся внутри клеток, разрывает их и освобождает крахмальные зерна, после чего диастаз может превратить весь крахмал без остатка в сахар.

Когда разваренная масса картофеля несколько остыла, ее размешивают с водой и прибавляют солода для осахаривания. Сахаристая жидкость, соответствующая опять виноградному мосту, затем задается дрожжами и подвергается брожению; перегоняя же полученную бражку, получают спирт и в остатке барду.

Барда, получающаяся при курении спирта как из хлеба, так и из картофеля, представляет прекрасный корм для скота, что совершенно понятно, так как при винокурении из зерен хлеба и картофеля исчезает только крахмал, белковые же вещества целиком остаются в барде. Последние представляют прекрасное питательное вещество, и поэтому винокурение дает возможность держать в хозяйстве большое количество скота, что весьма способствует общему улучшению хозяйства; богатая белковыми веществами барда представляет отличное

дополнение к обыденному корму скота, богатому крахмалом, но бедному азотистыми веществами.

Но спирт из картофеля весьма отличается от такового из хлеба или вина, ибо, содержа в себе целый ряд ядовитых примесей, он не может быть пущен прямо в употребление. Хлебный спирт обладает настолько хорошим запахом и вкусом, что из него прямо можно готовить водку и другие спиртные напитки; сырой же картофельный спирт должен подвергнуться предварительно обработке на спиртоочистительном заводе и тогда только делается годным для внутреннего употребления.

При брожении затора из картофеля образуются не только спирт и углекислота, но и целый ряд других веществ, которые химиками причисляются к классу спиртов, хотя действие их на человеческий организм резко отличается от действия обыкновенного спирта. Большая часть из них суть так называемые амиловые спирты; в практике их называют сивушными маслами. На организм они действуют как яды, даже запах их вызывает удушье и кашель; поэтому сырой спирт должен быть по возможности освобожден от них, что и делается следующим образом.

Сырой картофельный спирт содержит обыкновенно 20% воды и 80% спирта, в котором растворено сивушное масло. Если добавить воды настолько, чтобы крепость спирта понизилась до 50%, то он мутится, так как сивушное масло плохо растворимо в слабом спирте и выделяется в виде мельчайших капель. Если такой спирт профильтровать через древесный уголь, то последний задерживает в себе эти капли сивушного масла. Действие угля в данном случае такое же, как и в том, когда его применяют для удержания красящих веществ, дурного запаха и т. д. Профильтрованный 50-процентный спирт затем доводится в особых аппаратах до содержания в 96% по следующему способу.

Вспомним, что когда мы кипятили пиво в колбе с длинной отводной трубкой, то пары выделяющегося спирта можно было зажечь на конце трубки (см. стр. 98). Мы не без умысла снабдили колбу длинной трубкой, так как благодаря именно ей происходит разделение паров спирта от паров воды. Если бы мы попробовали зажечь пары, выделяющиеся из горлышка колбы, то это нам не удалось бы, так как пары спирта содержат в данном случае столько воды, что не способны загораться. При поднятии же паров по длинной трубке

более летучие пары спирта опережают менее летучие пары воды и благодаря этому отделяются от последних. Поэтому пары спирта выходят из конца длинной трубки в довольно чистом состоянии и могут гореть.

Отделение спирта от воды на заводе основано на том же принципе, причем стараются получить спирт самого высокого процентного содержания, чтобы удешевить его перевозку. Для этого над перегонным кубом ставят прибор, называемый колонной, в котором пары воды постоянно задерживаются и стекают вниз, так что в приемник поступают только пары спирта. Спирт с более высоким, чем 96%, содержанием нельзя получить в таких приборах, так как остающаяся вода (4%) весьма прочно удерживается спиртом.

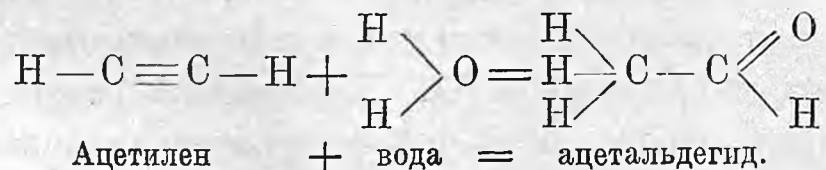
Получение 100-процентного, т.-е. безводного или, как говорят, *абсолютного* спирта удалось всего около 100 лет тому назад. Для этого к 96-процентному спирту прибавляют жженной извести: последняя гасится на счет воды, содержащейся в спирте, и прочно соединяется с ней. Если теперь подвергнуть перегонке этот обезвоженный спирт, то в перегоне мы и получим 100-процентный абсолютный спирт.

Если с 1820 г. стали добывать спирт из картофеля, то с 1904 г. стало крупным производством добывание *спирта из дерева*: выстроенный в Гаттирбурге на Миссисипи завод уже в первый год стал перерабатывать ежедневно 150.000 килограммов древесных стружек. Дерево состоит, главным образом, из целлюлозы, с которой мы еще познакомимся более подробно при производстве бумаги. Целлюлоза (клетчатка) принадлежит, как сахар и крахмал, к углеводам, а потому ее можно, как крахмал, перевести в сахар, а сбраживая этот сахар, получить из дерева спирт. Заметим при этом, что на производство такого спирта идут именно древесные опилки, которые раньше, собственно, применения не имели. Производство ведется следующим образом. Измельченное дерево в течение короткого времени подогревается с серной кислотой в котле. При этом очень скоро образуется много сахара, после чего котел быстро опорожняется. Получившийся из целлюлозы сахар выщелачивается, и жидкость, после прибавления извести для нейтрализации серной кислоты, подвергается брожению при помощи дрожжей. Европейский способ получения спирта из дерева значительно отличается от этого американского способа. В Европе главной целью производства является получение из дерева целлюлозы, а уже из отбросов этого производства изгото-

вляется с 1908 г. древесный спирт в качестве побочного продукта. Сущность европейского способа будет понятна из следующего. Мы знаем, что сахар добывается, главным образом, из сахарного тростника или сахарной свекловицы, но что он встречается также и в других растениях, как, например, в соке клена. В Канаде ежегодно добывается около 9 миллионов кило кленового сахара, отличающегося своеобразным приятным ароматическим привкусом. Неудивительно поэтому, что некоторое количество сахара находится в соснах и елях. Если разварить древесину этих деревьев при помощи кислой сернисто-кислой извести и превратить в целлюлозу (о чем подробнее мы узнаем в 8-й лекции), то сахар переходит в рассол. Если этот раствор, после нейтрализации кислоты известью, подвергнуть брожению при помощи дрожжей, то начинает бродить и сахар, причем 100 килограммов древесины дают около 2 литров спирта.

Теперь коснемся поразительного достижения в области производства спирта, имеющего перед собой огромные перспективы. Оно относится к 1916 г. Тут мы имеем дело с началом осуществления давнишних мечтаний человечества о добывании в любом количестве нужных ему веществ, получавшихся прежде только от растений или животных,—исходя непосредственно из веществ *мертвой* природы. Пока что, до настоящего времени добывание таких веществ в больших количествах было связано с колеблющимися урожаями, зависевшими от климатических условий—ветра, дождя и т. д. Теперь, как будто, перед нами мелькает просвет—возможность хотя бы в ограниченной области избавиться от этой зависимости.

Исходным материалом для получения спирта по новому способу (но и не только спирта, а и множества других веществ, вплоть до искусственного каучука) служит газ ацетилен, с которым мы познакомились в одной из предыдущих лекций, удобнее всего добываемый в электрической печи из сплавленного карбида кальция (стр. 27). Было найдено, что ацетилен, будучи проведен в подкисленную воду, содержащую соединения ртути, воспринимает в себя элементы воды, превращаясь в *альдегид* (см. 12-ю лекцию):



Странное название альдегид придумано Либихом. Оно было образовано из латинских слов Alcohol dehydrogenatus, т.-е. алкоголь,

у которого отнято некоторое количество атомов водорода. Так как каждому нормальному алкоголю соответствует свой альдегид, то число

альдегидов очень велико. Альдегидная группа $\text{—C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{H} \end{array}$ отличается

чрезвычайной активностью, т.-е. способностью вступать в химические соединения с другими телами, благодаря чему создается возможность, исходя из альдегидов, получать различными путями бесчисленное множество новых соединений. Легко понятно, что и интересующий нас альдегид, называемый ацетальдегидом, или уксусным альдегидом, можно, путем присоединения к нему водорода, превращать в алкоголь, или спирт. Для фабричного производства таким способом алкоголя в Швейцарии с 1916 г. строится колоссальный завод, рассчитанный на ежегодное добывание 20 миллионов кило карбида, из которых можно получить 10 миллионов кило спирта. Если прежде Швейцария ввозила из Германии на несколько миллионов марок спирта, то теперь ей достаточно будет ввозить на несколько сот тысяч марок кокса для добывания карбида. Таким образом мы видим, какое огромное экономическое значение уже теперь может иметь получение спирта из веществ *мертвой* природы.

Скажем еще несколько слов о *денатурированном* спирте.

Для того, чтобы воспрепятствовать потреблению в качестве напитка спирта, предназначенного для горения и других различных промышленных целей, спирт денатурируют, т.-е. прибавляют к нему таких веществ, которые бы, изменив его вкус и запах, сделали его негодным для питья и в то же время не могли бы легко быть удалены из спирта без помощи особых сложных приемов; общие же свойства спирта, его горючесть и т. д. не должны при этом изменяться.

Для денатурирования спирта законом установлены так называемые пиридиновые основания, которые получаются при производстве светильного газа. Мы уже указывали, что при этом производстве получается аммиак, соединение азота с водородом, и деготь; в последнем заключаются вещества, которые с химической точки зрения могут быть рассматриваемы, как производные аммиака и подобно ему отличаются резким и весьма неприятным запахом. При перегонке каменноугольного дегтя (мы будем говорить о ней более подробно несколько позже) эти соединения отделяются от других примесей и получают в более чистом виде; применяются они, между прочим, для денатури-

рования спирта. Основаниями их называют потому, что они принадлежат к классу веществ, которые при соединении с кислотами дают соли (см. стр. 50).

В заключение затронем вопрос о питательном значении спирта. Согласно с целым рядом авторитетов, мы приняли его равным нулю. Но, впрочем, надо заметить, что если крахмал и сахар являются питательными веществами, так как их углерод под конец окисляется в теле в углекислоту, то и спирт, как промежуточное вещество между сахаром и углекислотой, также окисляется в теле до конца и, следовательно, также представляет до известной степени питательное вещество. Благодаря его простому составу, он гораздо легче окисляется, чем, например, гораздо сложнее составленный жир, а потому может хоть отчасти заменить последний. Тем не менее, как показали многочисленные опыты, питательное значение его для здоровых людей весьма ничтожно.

Напротив, для людей в болезненном состоянии он может быть очень полезен, как это показывает опыт. При упадке сил у больного, когда он не может принимать никакой пищи, весьма полезным и возбуждающим является прием вина и шампанского. Такое явление можно объяснить только тем, что для ослабленного организма, который только с большим трудом может усваивать углеводы, жиры и белки, гораздо более удобоваримым является легко окисляющийся спирт. Так как окисление спирта идет даже при расслабленном состоянии организма без особых затруднений, то последний и получает при этом необходимую для него теплоту и живую силу.

Таким образом, спирт не может считаться питательным веществом для здорового нормального организма; он только возбуждает нервную систему. Поэтому должно безусловно избегать давать детям до 14-ти лет спирт в каком угодно виде, хотя бы в виде хорошего дорогого вина. Некоторые знаменитые врачи утверждают, что столь распространенная среди высших классов нервность зависит от раннего расшатывания нервной системы юношества, благодаря употреблению спиртных напитков; последнее же явление часто обуславливается не на чем не основанном мнении родителей, что вино и пиво могут укреплять детей.

Лекция шестая.

Винный уксус.—Спиртовой уксус.—Древесный уксус.—Ледяной уксус.—Древесный спирт.—Ацетон.—Порох.—Греческий огонь.—Гремучая ртуть.—Гремучая вата.—Динамит.—Коллодий.—Искусственный шелк.—Взрывчатая желатина.—Кордит.—Шерсть.—Хлопчатая бумага.—Шелк.—Искусственная шерсть.—Карбонизация.—Мерсеризованный хлопок.—Искусственный шелк.

Перейдем теперь к уксусу. Из собственного опыта мы знаем, что вино, пиво и некоторые спиртные напитки скисают после стояния на воздухе. Они теряют при этом свои опьяняющие свойства и получают столь резкий и острый вкус, что становятся негодными для питья. Тем не менее, их можно прибавлять в небольших количествах к пище, которой они придают приятный кисловатый вкус.

При скисании жидкостей, содержащих спирт, последний превращается в уксусную кислоту; получающаяся при этом жидкость и называют *уксусом*.

Раньше мы видели уже, что сок винограда очень легко переходит в спиртовую жидкость—вино; не менее легко совершается переход этой последней в винный уксус. Оба эти явления известны людям с незапамятных времен.

Переход спирта в уксусную кислоту обуславливается окислением первого кислородом. В лаборатории мы можем весьма легко окислить спирт в уксусную кислоту. Но кислород воздуха производит это окисление обыкновенно только при помощи грибка, называемого *Mucoderma aceti*. Грибок этот находится повсюду в воздухе, но в особенности проявляет свою деятельность в среде, содержащей уже немного уксуса. Поэтому, винный уксус приготавливают обыкновенно следующим образом. Дубовую бочку хорошо пропитывают кипящим уксусом и затем наливают в нее вина до двух третей ее высоты. На этой высоте в бочке сделан целый ряд отверстий для облегчения доступа воздуха к поверхности жидкости. Через две недели вино вполне пре-

Спирт

Вин -

вращается в уксус; половину готового уксуса сцеживают, доливают нового вина и так работают без перерыва, пока не придется чистить бочку.

Если вино содержит более 10% спирта, то скисание идет неправильно; поэтому более крепкие вина предварительно разбавляют водой.

Фруктовые вина, а также пиво можно подвергать такой же обработке, но готовое пиво дает при этом уксус с горьким привкусом, благодаря присутствию хмелевой горечи, не исчезающей при скисании пива. Поэтому раньше иногда изготовляли пиво без варки с хмелем; как напиток, оно, конечно, не годилось (см. стр. 95), а его сейчас же перерабатывали на уксус.

Так как суть явления при приготовлении уксуса состоит в окислении спирта, то всякий находящийся в продаже хлебный или картофельный спирт может идти на приготовление уксуса; его только предварительно разбавляют водой настолько, чтобы в нем содержалось не более 10% спирта. Конечно, его можно было бы окислять в уксус по тому же способу, как и вино, но, как оказывается, этот способ, вполне удобный для вина, дает плохие результаты с разбавленным водным спиртом.

Поэтому, еще с 20-х годов прошлого столетия для получения уксуса из винного спирта применяется другой способ—так называемый скорый способ. Для работы по этому способу берут бочку, у которой над нижним дном находится еще другое дно, снабженное рядом отверстий (так называемое ложное дно), наполняют ее буковыми стружками, наперед хорошо пропитанными уксусом, и пускают сверху по каплям разбавленный спирт. Бока бочки снабжены целым рядом отверстий, устроенных так, что воздух может поступать внутрь бочки, а жидкость не может через них вытекать. Воздух, вступая в бочку, встречает большую поверхность стружек, смоченных спиртом, и окисляет его в уксус; вся жидкость постепенно стекает под ложное дно, и если ее перепустить раза 3—4 через такие бочки, то спирт вполне окислится в уксус.

По анализам различные сорта уксуса содержат следующие количества уксусной кислоты:

Крепкий спиртовой уксус	10,30	проц.	уксусн.	кисл.
Винный уксус	5,37	»	»	»
Обыкновенный белый уксус	4,63	»	»	»
Обыкновенный темный уксус	3,53	»	»	»

Окраска вышеназванного темного уксуса зависит от приготовления его из неохмеленного пива или красного вина, но теперь обыкновенно эту окраску получают прибавкой к уксусу некоторого количества сахарного кулёра (см. стр. 69).

В настоящее время в продаже встречается *уксусная эссенция*, содержащая 50—80% уксусной кислоты; для получения из нее обыкновенного столового уксуса, ее, конечно, надобно значительно разбавить водой. Само собой разумеется, что ее нельзя получать по вышеуказанному способу, дающему уксус с содержанием не выше 10% уксусной кислоты, и, действительно, способ ее получения иной.

Получается она при сухой перегонке дерева. Раньше мы уже сообщали, что при сухой перегонке каменного угля образуются, главным образом, светильный газ, водная жидкость (аммиачная вода), смола и кокс. То же самое имеет место и при сухой перегонке дерева, только древесный газ не может сравниться по достоинству с каменноугольным и потому не имеет прямого практического применения. Древесная смола, в свою очередь, применяется обыкновенно для обмазки речных судов и деревянных заборов, и, наконец, водная жидкость обладает кислым характером, в противоположность щелочной аммиачной воде из каменного угля. Жидкость эта, происходящая из такого дешевого материала, как дерево, содержит весьма ценную уксусную кислоту с примесью целого ряда других веществ и в таком неочищенном виде применяется на практике под названием сырой уксусной кислоты или сырого *древесного уксуса*. Остаток же в реторте есть древесный уголь.

Из этой же кислой жидкости, кроме уксусной кислоты, получается и *древесный спирт*. С химической точки зрения—это самый простой, несложный спирт (см. стр. 103). Подобно сивушному спирту, он не годится для внутреннего употребления; в Англии его применяют для денатурирования обыкновенного спирта (см. стр. 105). Другая составная часть упомянутой водной жидкости есть *ацетон*; содержание его в ней весьма невелико, и потому его готовят в больших количествах по другому способу. Его применяют в производстве анилиновых красок для получения весьма сложных красящих веществ; так как он хорошо растворяет многие органические вещества, то его часто употребляют как растворитель; мы еще встретимся с ним при описании производства бездымного пороха.

Но наибольший для нас интерес представляет, бесспорно, уксусная кислота. В сыром виде она окрашена в бурый цвет, благодаря примеси темных пригорелых продуктов. Полная очистка ее довольно затруднительна и с химической точки зрения слишком сложна, чтобы ее можно было здесь вполне разъяснить. По выполнении очистки, уксусная кислота получается совершенно лишенной воды (безводная) и представляет бесцветную, как вода, весьма резкого запаха жидкость, которая при более низкой температуре застывает в похожую на лед массу, расплавляющуюся около $+ 17^{\circ}$. По этой причине она и носит несколько странное название *ледяного уксуса*. Разбавленная на половину водой, она представляет обыкновенную продажную уксусную эссенцию. В последнее время уксус стали готовить также из карбида кальция (стр. 34), так как альдегид чрезвычайно легко превратить в уксус. Производство уксуса этим способом поставлено теперь довольно широко.

Мы достаточно останавливали наше внимание на питательных и вкусовых веществах, имеющих важное значение для человеческой жизни; перейдем теперь к другим, для ясного ознакомления с которыми потребуются некоторые сведения из области химии.

Мы уже упоминали раньше о селитре (см. стр. 49), именно о натриевой селитре, и указывали на применение ее в сельском хозяйстве. Совершенно другое применение имеет другая селитра, калиевая, химически столь близкая к первой. Она представляет важнейшую составную часть всех прежних сортов пороха, которые с 1886 г. начинают вытесняться бездымным порохом.

Мы теперь несколько ближе ознакомимся со взрывчатыми веществами, причем прежде всего вспомним о том, что азотная кислота есть продукт окисления азота, т.-е. богатое кислородом соединение.

Калиевая селитра, иначе азотно-кислый калий, есть вещество, происходящее при соединении основания, едкого кали, с азотной кислотой. Если подействовать азотной кислотой не на едкое кали или другое основание, а на такое органическое вещество, как целлюлоза (клетчатка)¹⁾, то также происходит новое соединение, причем в молекулу целлюлозы входит находившаяся раньше в азотной кислоте группа *нитро*. Полученная таким образом нитро-целлюлоза или

¹⁾ Более подробные сведения о целлюлозе мы получим при ознакомлении с производством бумаги.

нитро-клетчатка и подобные ей вещества представляют основной материал в производстве новейших взрывчатых веществ и бездымного пороха. Группа нитро, с своей стороны, состоит из одного атома азота и двух атомов кислорода (NO_2).

Соединение азота с кислородом, которое, будучи еще связано с кали, в виде селитры входило в состав прежнего пороха, является опять в виде «нитрогруппы» главнейшей составной частью всех современных разновидностей бездымного пороха; несмотря на бесчисленный ряд попыток, до сих пор не удалось найти равноценного или лучшего материала для его замены, так что эта «нитрогруппа», начиная со дня изобретения пороха, вплоть до наших дней играет первенствующее значение в технологии взрывчатых веществ.

Так как ни греки, ни римляне не были знакомы с селитрой, то им и не была известна ни одна пороховая смесь. Только в пятом столетии селитра была привезена в Византию из Индии или Китая, и в местном арсенале скоро сделали открытие, что при смешении селитры с горючими веществами получалась необыкновенно сильно воспламеняющаяся смесь: раз зажженная, она горела до конца, несмотря на все старания потушить ее.

Способность селитры быстро сожигать разные горючие вещества вполне объясняется высоким содержанием в ней кислорода (47,5%), который, как известно, необходим для всяких родов горения; образуя смеси с селитрой, мы вносим в сущности в смесь сгущенный кислород в виде твердой соли.

Производя опыты с горючими смесями, византийцы нашли, что наилучшими из них являются смеси селитры, угля и серы. Одна из таких смесей, названная «греческим огнем», приобрела большую известность, благодаря услугам, оказанным ею при отражении неприятельских нападений. Благодаря ей в VII столетии удалось отразить и сжечь многочисленный флот арабов и поставить предел стремительности их завоеваний. Жители же западной Европы, не знакомые с греческим огнем, не могли противостоять арабам, которые в 711 г. перешли в Испанию и на много лет завладели этой страной. Точно также и в десятом столетии Византии удалось при помощи греческого огня отразить грозное нашествие болгар.

Таким образом, греческий огонь со времени своего изобретения оказал значительное влияние на ход всемирной истории; когда же его

$2\text{KNO}_3 +$
 $= \text{K}_2\text{S} +$
 $+ 3\text{N}_2$

стали применять в виде пороха, то это влияние возросло в высокой степени.

Для нас весьма любопытен и мало понятен тот факт, что византийцам удалось в течение пяти-шести столетий сохранить в тайне способ приготовления греческого огня, несмотря на все усилия других наций, вступавших с первыми во враждебные столкновения, открыть эту тайну.

Для нас это в сущности совершенно непонятно; ибо можно ли себе представить, чтобы сделанное лет 600 тому назад (т.-е. примерно лет 100 перед открытием Америки) в высокой степени важное открытие, попав в руки какого-либо государства, было сохранено последним в тайне вплоть до наших дней.

Одно из древнейших письменных указаний на состав греческого огня мы находим у одного византийского писателя Марка Грека (около 1200 г.), написавшего книгу под названием «Книга об огнях, служащих для сжигания врагов». Но, судя по всему, Марк Грек не является первым нарушителем тайны состава греческого огня; скорее можно думать, что в то время тайна эта путем устной передачи распространилась за пределы Византии.

В этой книге, впрочем, о греческом огне говорится только как об энергично горящей смеси, хотя по странной случайности состав его весьма близок к составу обыкновенного пороха. Так:

Греческий огонь по Марку Греку содержит:	Военный порох 1886 года состоит из:
11 процентов серы.	10 процентов серы.
22 » угля.	16 » угля.
67 » селитры.	74 » селитры.

Где и когда удалось подметить у этой смеси свойство взрывать и выбрасывать какие-либо предметы—до сих пор остается неизвестным. Но как только свойство это было замечено, что, вероятно, случилось позже появления книги Марка Грека, то в весьма скором времени им стали пользоваться для военных целей. Уже в 1326 г. во Флоренции были вылиты первые металлические пушки, которые заряжались железными ядрами, и в скором времени при описании битв и осад встречаются сведения о числе бывших в деле орудий.

Гораздо медленнее шло применение этих орудий для ручной стрельбы. Около 1500 г. стрелков строили в 37 рядов по следующей

причине: заряджение ружья требовало так много времени, что солдат, выстрелив из своего ружья и отбежав назад, успевал зарядить его вновь только тогда, когда остальные 36 стрелков по очереди разрядили свои ружья. Но постепенно ружья настолько были усовершенствованы, что со времен Фридриха Великого решающее значение в битвах стала играть пехота.

Если ход, делаемый стрелой в пронизываемом ею человеческом теле легко проследить, то этого нельзя сказать о ходе пули; для удаления ее потребовались новые сведения по анатомии тела. После появления на сцену огнестрельного оружия хирурги должны были приняться за более серьезное изучение анатомии, находившейся до того в пренебрежении. Этим и объясняется, что в течение ряда столетий в университетах профессора анатомии являлись одновременно и профессорами хирургии. Таким образом, появление пороха вызвало крупный переворот и в области медицины, заставив предаться более серьезному изучению основы медицинского знания—анатомии.

Применение пороха, как взрывчатого вещества для мирных целей горного дела, произошло гораздо позже, чем для военных целей, а именно—около 1627 г. Молот, долото и огонь были до этого времени единственными помощниками человека при его работе над твердыми породами. Разводя сильный огонь на твердом камне и раскалив, его затем обливали водой, вследствие чего он растрескивался и легче поддавался дальнейшей обработке молотом и долотом.

Над улучшением пороха много и долго работали, но, как показывают вышеприведенные числа, успехи в этом отношении не были особенно значительны, что объясняется отчасти необыкновенной простотой приготовления пороха: достаточно перемешать три составные части его, взятые в соответственных количествах, и порох получен. Главные улучшения в приготовлении пороха касались исключительно чисто технических сторон: так, например, способы смешения составных частей, а также получения зерен требуемой величины доведены до высокой степени совершенства. Так, для больших орудий порох отпрессовывают в цилиндрические куски длиной в 1 метр с диаметром в 2 см.

В этих цилиндрах сделано сквозное отверстие с целью дать возможность одновременно гореть как наружным, так и внутренним слоям пороховой призмы. Тем не менее такой порох сгорает гораздо медленнее, чем мелкозернистый порох, а потому взрыв его в орудии проис-

ходит также медленнее, что при значительной длине дула современных громадных пушек дает наилучшие результаты при стрельбе из них.

Мы несколько подробнее остановились на успехах применения пороха, чтобы показать, что хотя он и напоминает по своему составу греческий огонь, но последний является перед ним игрушкой; греческий огонь бросали на врагов в виде зажженного факела, современный же порох, извергая из орудий ядра и пули, калечит и убивает на далеком расстоянии массы народа.

Приведем пример того, до каких результатов достигли в применении пороха. На всемирной выставке в Чикаго известным заводчиком Крупном было выставлено орудие, которое при заряде его почти 7-ю пудами пороха выбрасывало ядро весом до 13-ти пудов на расстояние около 20 верст. Ядро проходило это пространство в 71 секунду. Наивысшая точка, до которой оно поднималось, лежала на 6540 метров над землей, следовательно, выше, чем Чимборасо, которое поднимается на 6421 метр. Еще в 1912 г. дальность полета снаряда достигала 32 километров. Вследствие сопротивления воздуха снаряды при полете раскаляются от трения почти до степени белого каления, и даже наилучше закаленные концы гранат теряют по этой причине свою твердость и способность пробивать препятствия. Но вот в 1903 г. один шведский инженер предложил снабжать такие снаряды стальными колпачками. Благодаря этому теперь при полете снаряда колпачки раскаляются, стальная же головка снаряда остается твердой, и снаряды с колпачками легко пробивают самые крепкие брони, считавшиеся прежде неуязвимыми. Впервые такие гранаты применены были японцами в морском бою с русскими при Цусиме.

Успехи химии в настоящем столетии оказали свое влияние и на производство пороха, вызвав в нем крупные изменения. Уже давно чисто лабораторным путем были получены сильно взрывчатые вещества; благодаря именно такой сильной взрывчатости, они оказались непригодными для стрельбы из орудий, так как при взрыве их внутри дула ствол орудия разлетался в куски, прежде чем ядро начинало двигаться из дула. Одно соединение, впрочем, получило применение в оружейной технике—это гремучая ртуть, которая взрывает от легкого удара. Она служила и служит в форме пистонов, а также в патронах для воспламенения пороха в оружии; это воспламенение пороха раньше до 1840 г. производилось весьма неудобным способом, сперва при помощи фитиля, а потом при помощи кремней. Последняя

система состояла в том, что кусок стали с силой падал на кусок кремня и выбивал необходимую для зажигания пороха искру.

Когда порох взрывает, то выделяется большое количество дыма, что происходит от содержащегося в порохе калия в виде селитры. Калий есть металл, т.-е. очень постоянное тело, которое при взрыве переходит большею частью в сернокислый калий и тому подобные соединения. Эти вещества с своей стороны представляют также очень постоянные и твердые тела, и при взрыве они распространяются во все стороны в виде тончайших частиц; последние долго плавают в воздухе и образуют тяжелый пороховой дым. Под взрывом разумеют мгновенно протекающее развитие большого количества газов, сопровождаемое грохотом и выделением значительного количества теплоты.

Совершенно другое явление замечаем мы при сжигании небольшого количества гремучей ваты (хлопчато-бумажного пороха), которая сгорает моментально и без всякого следа дыма.

Отчего же зависит такая крупная разница между старым и новым взрывчатым веществом? Чистая вата представляет клетчатку, или целлюлозу, в состав которой входят 6 атомов углерода, 10—водорода и 5—кислорода; таким образом формула ее будет: $C_6H_{10}O_5$, и она, как это видно из формулы, относится к углеводам (см. стр. 63). При обработке ваты азотной кислотой, к которой для усиления ее действия прибавлена серная кислота (такая смесь называется нитрирующей кислотой), в молекулу клетчатки поступают нитрогруппы, о которых мы уже раньше говорили, и образуется гремучая вата. В то время как обыкновенный порох есть тщательно приготовленная смесь подходящих веществ, рассматриваемое нами взрывчатое вещество—не смесь, а химическое соединение. Обыкновенный порох сгорает так, что молекулы серы и угля сжигаются кислородом селитры; у нового же взрывчатого вещества при взрыве происходит моментальное распадение молекулы. В то время как килограмм пороха сгорает в $\frac{1}{100}$ секунды, килограмм хлопчатобумажного пороха взрывает в $\frac{1}{3000}$ часть секунды.

При сгорании или, лучше сказать, при взрывании хлопчатобумажного пороха, углерод его сгорает в углекислоту, а водород в воду; необходимый для этого кислород отчасти уже находился в молекуле клетчатки, наибольшая же его часть доставляется нитрогруппами, вошедшими в состав новой молекулы. Что касается азота нитрогрупп, то он выделяется в свободном виде. Таким образом нам становится

ясным, что при взрыве хлопчатобумажного пороха образуются только газы, а именно углекислота, азот и пары воды. Мы говорим—пары воды, так как при той высокой температуре, которая образуется при взрыве, вода может существовать только в газообразной форме. Так как все эти три газа бесцветны, то естественно, что мы не замечаем их образования; следовательно, хлопчатобумажный порох сгорает без дыма, исчезает при взрыве без всякого следа.

Этот порох представляет собою чуть не первую новинку в ряду открытых за последнее время взрывчатых веществ; вскоре по открытии его (что случилось в 1846 г.), многие государства стали было готовить его в больших количествах, но произошел ряд случаев взрыва складов хлопчатобумажного пороха без всяких видимых внешних причин, причем взрывы эти сопровождались страшными опустошениями. Вследствие этого доверие к нему было на долгое время подорвано, и только после 30 лет усиленных исследований было выяснено, какие условия следует соблюдать для получения устойчивого хлопчатобумажного пороха; приготовление его в настоящее время настолько усовершенствовано, что продукт получается вполне безопасный.

К этому надо еще добавить следующее: при опытах с хлопчатобумажным порохом, иначе пироксилином, было найдено, что в мокром состоянии он также, если еще не лучше, чем сухой, пригоден для взрыва. В настоящее время мокрый, спрессованный под сильнейшим давлением, пироксилин употребляется для заряжения торпед (подводных мин), разрушительному действию которых не могут противостоять самые прочные броненосцы.

Надобно при этом заметить, что заряжение торпед взрывчатым материалом вполне безопасно, так как мокрый пироксилин не загорается от обыкновенного пламени. Он взрывает только от запала, т.-е. от взрыва небольшого количества другого взрывчатого вещества; например, гремучей ртути, что весьма существенно для рассматриваемого нами случая.

Роль запала при вызывании взрыва состоит в том, что он дает необыкновенно быстрый и сильный толчок; такой толчок происходит, например, при взрыве гремучей ртути. Поэтому, если в торпеде, начиненной мокрым пироксилином, находится запал с гремучей ртутью, то при взрыве последнего получается сильный толчок, от которого все атомы, входящие в состав молекулы пироксилина, как бы выталкиваются из своих мест, при чем, конечно, молекула распадается,

и происходит полный взрыв, независимо от того, был ли пироксилин мокрый или сухой. Так как гремучая ртуть при взрыве развивает давление в 27.400 атмосфер, то вызываемого ею толчка, конечно, достаточно для взрыва другого находящегося по соседству взрывчатого вещества.

Задолго до того, как научились обращаться с пироксилином, было известно и другое взрывчатое вещество, применявшееся, главным образом, в горном деле; название его—*динамит*—известно теперь всему культурному миру.

Мы уже видели (см. стр. 20), что одной из составных частей жиров является глицерин. При обработке последнего вышеупомянутой смесью азотной и серной кислот, в состав его молекулы входят три нитрогруппы, т.-е. весьма значительное количество составной части, обуславливающей взрывчатые свойства. Получающийся при этом продукт—*нитроглицерин*—подобно глицерину, жидок, но весьма легко взрывает и в таком виде является непригодным для взрывных целей. Поэтому его смешивают с таким количеством мелкого песку или так называемой инфузорной земли, чтобы получающаяся смесь представляла собой твердую массу; в таком виде под названием *динамита* он стал применяться для взрывов; с его помощью Германия была соединена с Италией Сен-Готардским туннелем, и был произведен бесчисленный ряд других подобных же работ мирного характера.

Баллистика ¹⁾ путем вычислений пришла к заключению, что при уменьшении диаметра орудий можно достигнуть гораздо больших эффектов, чем при прежнем оружии, если применить заряд, дающий более сильный взрыв, чем обыкновенный порох. Начались поиски этого нового более сильного пороха для оружия, и понятно, что обратили внимание на нитросоединения, которые при всем прочем взрывают еще без дыма.

Такому спросу несколько лет тому назад удовлетворял до известной степени изобретенный французами *мелинит*. Его получают действием нитро-серной кислоты (смеси азотной и серной кислот) на карболовую кислоту, столь известную как дезинфекционное средство. При вступлении в молекулу карболовой кислоты трех нитрогрупп образуется соединение, называемое *пикриновой кислотой*, которое, отличаясь во многом от пироксилина, похоже на него в том

¹⁾ Баллистика—учение о движении в воздухе снарядов.

отношении, что может взрывать во влажном состоянии при действии особого запала. Более точных сведений об остальных составных частях этого пороха (мелинита), производство которого составляет государственную тайну, не имеется. Названо это вещество мелинитом от латинского слова *mel*—мед, так как сплавленная пикриновая кислота напоминает по внешности мед.

В общем можно сказать, что пироксилин более других своих конкурентов удовлетворяет целям, преследуемым при изготовлении современного бездымного пороха. По крайней мере он, как кажется, является необходимой составной частью всяких сортов бездымного пороха, хотя, конечно, с уверенностью этого нельзя утверждать, благодаря той таинственности, которой всякое государство окружает производство своего бездымного пороха. С другой стороны пикриновая кислота и другие тринитросоединения (например, нитротолуол) завоевали себе прочное место в качестве взрывчатых веществ как для мирных, так и для военных целей.

Что в особенности делает удобным применение пироксилина—это свойство его растворяться во многих растворителях. Так, например, всем известный *коллодий* есть раствор гремучей ваты в смеси эфира и спирта. При улетучивании растворителя остается слой—кожица, толщину которой можно довести до желаемых размеров. По разрезывании этой кожицы на маленькие кусочки мы и получаем куски бездымного пороха. Конечно, заводский способ приготовления его не так просто поставлен, как мы его описали, но в общем он совершенно таков же.

Так как пироксилин сам по себе представляет слишком сильно действующий порох, от которого пуля не отлетает далеко, но ружье раздробляется в куски, то к раствору его прибавляют индифферентные вещества (некоторое время для этого применяли камфору); по испарении растворителя, получающийся остаток представляет пироксилин, как бы разбавленный камфорой; он применяется, как настоящий бездымный порох. Понятно, что таким путем можно получить сорта пороха, обладающие различной силой действия, смотря по целям, для которых он применяется. Впрочем, новейшие огнестрельные орудия выносят стрельбу и чистым (без примеси) бездымным порохом.

Наиболее сильное взрывчатое вещество, которое применяется в горном, а не в военном деле, получается при обливании гремучей ваты нитроглицерином. Гремучая вата не растворяется в нем, но

разбухает, при чем вся масса приобретает вид желатины; это есть так называемая взрывчатая желатина—неимоверно разрушительное взрывчатое вещество, сила действия которого изменяется, смотря по большему или меньшему количеству прибавленной гремучей ваты. Во всяком случае, эффекты действия этой взрывчатой желатины не могли быть превзойдены применением каких-либо других взрывчатых веществ. Это совершенно понятно, так как сила действия нитроглицерина не умеряется песком, как это имеет место при изготовлении динамита, но, напротив, усиливается прибавлением гремучей ваты.

Если нитроглицерин разбавить известным уже нам ацетоном (см. стр. 109) перед тем, как приливать его к гремучей вате, и затем прибавить к жидкости индифферентные вещества для умерения силы взрыва вещества, остающегося по испарении ацетона, то можно с помощью машин разрезать этот остаток (по удалении большей части ацетона) на длинные нити определенной толщины. По испарении из этих нитей остатков ацетона, получается так называемый *кордит* (*corde*—по-французски веревка), применяющийся в английской армии, как бездымный порох. Точно также и этот порох изменяет значительно свой взрывной эффект через прибавление более или менее индифферентных веществ к растворителю, с помощью которого он получается. Но значение бездымного пороха не только и не столько в том, что при его употреблении не бывает дыма на линии огня. Без него вообще было бы невозможно развитие орудийной техники, применение сложных и скорострельных орудий, так как прежний порох быстро вызывал сильное загрязнение дула орудий, новые же сорта пороха не оставляют в дуле никаких корок, повышая таким образом боеспособность орудия.

На этом мы и покончим с вопросом об обыкновенном порохе и причинах замены его современными сортами бездымного пороха.

Само собою разумеется, что в поисках за взрывчатыми веществами производилось бесчисленное множество опытов и в другом направлении. Во всяком случае, выяснилось одно, что соединения, содержащие нитрогруппу, дают на практике наилучшие результаты, в особенности в смысле безопасности их изготовления.

Для примера заместим в селитре ее атом азота—атомом хлора; получающееся при этом новое вещество есть *хлорновато-калмевая*, или *бертолетова* соль. Пользуясь сокращенными символами N—

для азота и Cl—для хлора, напишем химические формулы их, причем сразу выяснится их сходство:

Азотнокислый калий.
 NO_3K .

Хлорноватокислый калий.
 ClO_3K .

Хлорноватокислый калий можно, подобно селитре, смешивать с серой или углем или с обоими вместе. Смеси эти, как и можно было ожидать, настолько сильно взрывчаты, что работа с ними совершенно не безопасна; достаточно одного удара, сильного толчка, чего, конечно, нельзя избежать в производстве, как они уже взрывают. Это обстоятельство исключает возможность приготовления их фабричным способом, да и в лаборатории это не безопасно.

Тем не менее, с 1908 г. в Германии стали изготовляться и такие чрезвычайно сильно взрывчатые вещества под названием *Silesia*. Для этого к взрывчатым смесям прибавляют воск или масло, т.-е. вещества, устраняющие трение. Они взрывают только от запала, и поэтому обращение с ними стало безопасным.

Такие смеси бертолетовой соли и аналогичных соединений с другими веществами применяются в пиротехнике; ими наполняют трубки, при зажигании которых они сгорают, давая тот или другой световой эффект.

Выяснив значение нитроклетчатки для военных целей, мы не можем не коснуться совершенно других областей ее применения, причем вопрос об изготовлении из нее искусственного шелка мы рассмотрим несколько позже. В 1877 г. Гиатт нашел, что при нагревании смеси камфоры и нитроклетчатки получается однородная роговидная масса, которой легко можно придать какую угодно форму; свойства ее также могут быть весьма разнообразны и потому применимы для различных практических целей. Материал этот получил весьма большое применение под названием целлюлоида. Само собой разумеется, что у целлюлоида имеется один весьма крупный недостаток—легкая возгораемость. Так как нитроклетчатку получают, обрабатывая хлопок азотной кислотой, то явилась мысль о замене последней какой-либо другой кислотой, и после многочисленных попыток Эйхенгрюну в 1907 г. удалось получить соединение клетчатки с уксусной кислотой, вместо азотной, причем получившаяся ацетилклетчатка, или ацетилцеллюлоза (*acetum* значит уксус) настолько похожа на нитроклетчатку, что может служить материалом для изготовления массы.

похожей на целлюлоид—названной *целлитом*. В противоположность целлюлоиду, целлит еле загорается при зажигании, и потому его, вероятно, ожидает большая будущность.

Получающиеся при изготовлении товаров из целлюлоида в качестве отбросов кусочки поступают на фабрики «искусственной кожи». Здесь они растворяются в спирте и после прибавления небольшого количества масла получившейся жидкостью пропитывают хлопчатобумажные ткани. После того, как спирт испарится, эти ткани приобретают во многих отношениях (на ощупь, по гибкости, растяжимости, непромокаемости) характер кожи, и если такой искусственной коже, пропустив ее через валы, придать рубцеватый вид, свойственный тем или иным видам естественной кожи, то любой знаток не отличит по внешнему виду одну от другой. Изобретателем искусственной кожи был Геваэрт.

Перейдем теперь к нашей одежде. Для нее мы употребляем ткани, приготовленные из растительных или животных волокон, а также кожу.

Растительные и животные волокна резко отличаются в химическом отношении друг от друга тем, что вторые содержат азот, первые же нет. Когда животные волокна горят, то образуются отвратительно пахнущие, содержащие азот продукты; запах этот, как говорят, есть запах горелого рога или перьев, тогда как растительные волокна издадут при этом запах горелой бумаги.

О самих волокнах мы здесь не будем особенно распространяться и из животных волокон остановимся на шерсти и шелке.

Шерстяные волокна имеют грубоватую, покрытую рядом чешуек или выступов поверхность. Если получить из этих волокон нитки, то из них можно приготовить ткань следующим образом: ряд ниток, параллельно натянутых, составляют так называемую основу. С помощью особого приспособления, челнок, содержащий в себе уточную нить, ныряет между нитями основы и образует тем самым переплетение уточных нитей с нитями основы. Полученная таким путем ткань из шерстяных нитей мало отличается по внешнему виду от льняной ткани.

Если, однако, эту ткань смочить и подвергнуть сильному, как говорят, валянию, то выступы (чешуйки) отдельных волокон заходят друг в друга, происходит спутывание, сбивание в войлок волокон, и по окончании этой процедуры ткань приобретает тот внешний вид,

который мы привыкли наблюдать у шерстяных тканей. Чтобы получить гладкую поверхность, ткань затем подвергают стрижке и т. д.; но это подробности чисто технического характера, на которых мы не будем останавливаться.

У шелка вполне отсутствует способность спутываться от валяния. Рассматривая шелковую ткань, мы всегда можем различить отдельные волокна, точно так же как у льняной и хлопчатобумажной ткани. Даже после усиленной стирки льняных и хлопчатобумажных тканей отдельные волокна остаются лежать друг около друга, так что отщипыванием легко могут быть разделены.

С химической точки зрения нас должны больше интересовать мерсеризированный хлопок, искусственный шелк и искусственная шерсть, чем естественные волокна. Так как из них искусственная шерсть известна с наиболее давнего времени, то мы с нее и начнем.

Когда шерстяные изделия после долгой носки оказываются негодными для дальнейшего употребления, то все таки большая часть шерсти, употребленной на их выделку, остается в них в неизменном состоянии; только внешний вид этих материй непригляден, на них есть дыры и т. д. Если мы возьмем такие изношенные изделия, как, например, чулочные, то весьма понятно, что с помощью машин их можно расщипать, измельчить и превратить таким образом в шерсть, снова годную для пряжи. Такая шерсть, конечно, уступает свежей, необработанной еще шерсти, но тем не менее она является весьма пригодной для многих изделий.

Для изготовления искусственной шерсти, впрочем, главнейшим материалом служат остатки не чулочных изделий, а поношенного платья. Прежде чем подвергнуть их расщипыванию машинами, работницы расшивают швы, выдергивая из них нитки. При этом получают куски разной величины, которые сортируют и подвергают машинному расщипыванию. В данном случае также получается шерсть, годная для пряжи, только волокна ее гораздо короче тех, которые получают из чулочных (вязальных) изделий. Тем не менее, этот материал дает прекрасную пряжу, годную для изготовления более дешевых сукон.

Такое производство искусственной шерсти было бы весьма просто и удобно, если бы не одно побочное обстоятельство. Хлопчатая бумага гораздо дешевле шерсти, а потому очень часто при приготовлении шерстяных тканей ее прибавляют к пряже, чтобы получить более дешевый

продукт. Впрочем, такая подбавка бумаги к шерстяной пряже делается сравнительно редко, так как шерсть и бумага красятся весьма неравномерно, причины чего мы выясним дальше. Обыкновенно основу ткани делают бумажной, а уток шерстяной. При валянии шерстяные волокна достаточно спутываются вместе и прикрывают бумажные основные нити. В местах же, подвергающихся сильному изнашиванию, как, например, обшлага рукавов, шерсть быстро стирается, и резко выступают несваляные нити бумажной основы.

Если подобную материю после того, как она изношена, переработать на искусственную шерсть, так называемую *шодди* или *мунго*, то последняя будет содержать бумагу и после нескольких переработок станет вполне негодной.

Чтобы сделать более годной такую смешанную с хлопчатой бумажной искусственную шерсть, ее подвергают процессу так называемой *карбонизации*, изобретенному немцем Кёбером в 1840 г.; при этом хлопчатая бумага удаляется вполне из шерсти. С этой целью ее вносят в разбавленную серную кислоту или заменяют последнюю другими аналогично действующими химическими веществами. Все эти вещества так сильно действуют на содержащуюся в искусственной шерсти хлопчатую бумагу, что, при высушивании ее при 90—95°, последняя превращается в пыль, тогда как шерсть совершенно не изменяется. При обработке такой искусственной шерсти на особых трепальных машинах она вполне освобождается от подмешанной к ней первоначально бумаги. В настоящее время почти во всех государствах существуют фабрики искусственной шерсти, и уже в 1880 г. в Англии количество изготовленных из такой искусственной шерсти материй составляло до 66% общего количества шерстяных изделий; между тем с того времени производство искусственной шерсти усилилось еще более.

Мерсеризованный хлопок, к которому мы теперь переходим, отличается от обыкновенного хлопка своим шелковистым блеском. *Мерсеризация*
искусств.
Изготовление его на первый взгляд весьма просто. Хлопок в сильно натянутом состоянии погружают в натровый щелок (мы с ним подробнее познакомимся в восьмой лекции) и затем хорошо прополаскивают его. Суть этого способа приготовления состоит в сильном натягивании хлопка, так как без такого натягивания хлопок скручивается от щелока и становится никуда негодным.

Гораздо более интереса представляет производство искусственного шелка. Суть его состоит в том, что хлопок или изготовленную из него нитроклетчатку (см. стр. 120) растворяют в подходящем растворителе.

Для растворения хлопка служит жидкость, получаемая от прибавления большого количества аммиака к растворам меди (ее называют аммиачным раствором окиси меди). Для нитроклетчатки же можно применить вещества, уже упомянутые нами на стр. 119. Тот или другой раствор заставляют вытекать из очень тонких отверстий и притом не в воздух, а в жидкость, уничтожающую растворяющую силу примененного нами растворителя. Хлопок или нитроклетчатка должны при этом выделиться в твердом виде, и, как оказалось, они выделяются в виде блестящих нитей, которые поэтому и называли искусственным шелком. Если нами была взята нитроклетчатка, то полученный искусственный шелк в сущности представляет собой нечто вроде бездымного пороха, и потому его необходимо затем обработать такими химическими веществами, которые удалили бы из нитроклетчатки нитрогруппы, что не представляет никаких особых затруднений. Причина необыкновенно быстрого роста производства искусственного шелка лежит в поразительном блеске этого вещества, значительно превосходящем блеск естественного шелка, что дает возможность достигать в тканях из него такого эффекта, который не достигим при других волокнистых материалах. Таким образом он применяется, главным образом, для декоративных целей.

Далее интересно и то, что, вырабатывая более грубые нити, можно получать имитации ¹⁾ человеческого, а также и конского волоса.

В громадном большинстве случаев волокна, доставляемые нам природой, бесцветны, но если бы люди вздумали всегда носить белые одежды, то это оказалось бы во многих отношениях весьма неудобным. Вот почему уже с незапамятных времен практиковалось искусство крашения тканей, и в следующей лекции мы займемся этим весьма интересным вопросом.

¹⁾ Имитация—подражание, подделка.

Лекция седьмая.

Дубление.—Кожа.—Сгонка волоса.—Бучение кожи.—Дубильные вещества.—Сорта корья.—Квебраховое дерево.—Сумак.—Дубильные экстракты (жидкое дубло).—Кожа для подошв.—Квасцовое дубление.—Лайка.—Шубные изделия.—Хромовая кожа.—Замшевое дубление.—Моющаяся кожа.—Пергамент.—Луговое беление.—Подсинивание белья.—Беление хлором.—Хлорная известь.—Антихлор.—Жавелева вода.—Сернистая кислота.—Перекись водорода.—Крашение и протравление тканей.—Красильные лаки.—Субстантивные красильные вещества.—Дегтярные краски.—Индиго.—Ализарин.—Краски в виде пасты.—Экстракты из красильных деревьев.—Сандал.—Печатание красками.

Раньше, чем говорить о крашении, мы затронем предварительно вопрос о приготовлении кожи, которая, главным образом, служит нам для обуви и поэтому до известной степени относится к разряду изделий из волокнистых веществ, служащих для одежды. Но, кроме этого главного употребления, кожа находит еще разнообразное применение в жизни и в некоторых случаях не может быть ничем заменена.

Кожей, как известно, называется шкура животных, получившая, благодаря дублению, свойство не подвергаться гниению и мягкость, которую она сохраняет в течение долгого времени.

Свежая шкура животных очень склонна к гниению. Это свойство почти совершенно утрачивается при высушивании, но сухая кожа является слишком твердою и ломкою, так как ее волокна склеены между собой. В процессе же дубления между волокнами вводится дубильное вещество, которое препятствует их склеиванию, и таким образом получается кожа, по мягкости напоминающая шкуру живого животного.

Шкуры, назначенные для изготовления кожи, должны быть непременно лишены волос. С этой целью употребляется очень старый способ, правда, несколько измененный теперь, это—так называемое

припаривание. Он состоит в том, что влажные шкуры оставляют на некоторое время лежать; при этом происходит процесс легкого гниения, который настолько разрыхляет шкуру, что из нее весьма легко выдергивается волос. Как только кожа достигла такого состояния, припаривание прекращается. Но такое разрыхление может быть легко вызвано и с помощью химических веществ (*золка*). Для этой цели уже с давних пор употребляется жженная известь. Если ее погасить большим количеством воды (позже, при цемента, мы вернемся еще к вопросу о гашении извести), то получится так называемое *известковое молоко*, в которое и погружают кожи. Но еще более сильным средством является соединение серы с известью, так называемый сернистый кальций или, очень близко в химическом отношении к нему стоящий, *сернистый натрий*. Последний и приготавливается, главным образом, для вытравливания волос на коже.

Кожа, лишенная волос, поступает затем в чаны на *рыхление*, или *бучение*, для чего может служить всякая сильно разбавленная кислота, например, серная кислота. В ней кожа разбухает вдвое против прежней толщины и, таким образом, делается более проницаемой для дубильных веществ.

Но для этой цели еще издавна употребляется и другой прием, найденный чисто опытным путем. Для получения кислой ванны пользуются уже известным нам молочнокислым брожением, и оно дает лучшие результаты, чем всякие другие разбавленные кислоты.

Для получения такой ванны смешивают пшеничные отруби с водою, прибавляют кислого теста и дают бродить при температуре в 50° , при чем образуются, кроме молочной кислоты, и другие кислоты, как, например, масляная кислота и т. д. В охлажденную жидкость погружают кожи, которые, разбухая в ней, становятся способными затем извлечь и впитать в себя дубильные вещества из дубильных растворов.

Дубильные вещества, обращающие животные шкуры в кожи, находятся в очень многих растениях. Вы, вероятно, слышали о содержании дубильной кислоты в чае и кофе. Но, конечно, такие материалы не могут быть применены для дубления, благодаря своей высокой стоимости. Главным материалом до нашего времени является кора деревьев, при чем наибольшее количество дубильной кислоты находится в *коре дуба*.

Отношение количества коры к количеству древесины наиболее благоприятно при возрасте дерева от 15 до 30 лет, когда и снимают с него обыкновенно кору. Кроме дубовой коры, употребляют кору ели, сосны, а также кору волошских орехов, но эту последнюю обыкновенно употребляют не иначе, как смешанную с корою дуба.

Так как в настоящее время кожа выделяется в очень значительном количестве, то, вместо указанных видов коры, часто применяют некоторые растущие в других странах деревья и кустарники, так как дубильные вещества находятся не только в коре, но и в других частях растения.

Из подобных деревьев мы назовем только *квебраховое* дерево. Оно имеет темно-красный цвет и отличается твердостью. Вывозится оно в больших количествах из Аргентины и для применения на практике предварительно измельчается, подобно дубовой коре.

В довольно значительных количествах применяется еще *сумах*, порошок, получаемый измельчением молодых высушенных побегов растений рода *Rhus*, растущих в южной Европе.

На этом мы и остановимся в перечислении дубильных веществ.

Дубление корой дуба или другими дубильными материалами происходит таким образом: в яму накладывают попеременно слой дубовой коры или подобного материала, а затем слой разбухших кож, и когда яма почти наполнится, ее доливают водой. Дубильные вещества постепенно растворяются в воде и медленно поглощаются из нее кожей. Так как толстые кожи, например, подошвенные, требуют большого количества дубильных веществ для полного насыщения, то приходится их перекладывать со свежим корьем по несколько раз, так что дубление их длится по два года и больше. Благодаря такому долгому дублению, кожа получает высокие качества. Но, конечно, давно уже ищут способа, с помощью которого можно было бы сократить срок дубления; это достигается, например, погружением кож в заранее приготовленный настой (экстракт) из дубильных материалов, и тогда кожа бывает совсем готова всего в три месяца.

Скажем теперь несколько слов о дубильных экстрактах. Уже давно из Ост-Индии вывозят такие экстракты, а на месте их получают, извлекая дубильные вещества водою из соответственных деревьев или листьев. Полученный таким образом настой (раствор) затем выпаривают во избежание лишних расходов по перевозке. Главнейшие из таких экстрактов—*гамбир* и *катеху*. Но с 1882 г. уже и в Европе

стали готовить подобные экстракты для уменьшения расходов по перевозке; так, например, экстракт из дубовой коры вывозится из богатых лесами Венгрии и Крoации; экстракт же из квебрахо готовится в морских портах, в которые привозится квебраховое дерево из Аргентины.

Приготовление этих экстрактов ведется так, что измельченный материал извлекается водой и полученный раствор выпаривается, но не в открытых сосудах, а в разреженном пространстве, подобно тому, как это мы видели в производстве свекловичного сахара (см. стр. 72). При этом способе качество экстрактов несколько не ухудшается, чего нельзя сказать про способ выпаривания на голom огне.

Дубление кожи при помощи таких экстрактов гораздо удобнее, чем по прежнему способу. Насколько процесс при этом может быть ускорен, видно из следующего примера. В одном немецком патенте, выданном в 1892 г., сообщается, что если обработать разбухшую кожу дубильным раствором, обладающим в 8 раз большей крепостью, чем обыкновенно употребляемый раствор, то самая толстая подошвенная кожа будет готова всего в 36 часов. Итак, вместо 2-х лет теперь употребляют всего 2 дня для того, чтобы продубить разбухнувшую кожу, причем этот патент, не в пример многим другим, безусловно применим на практике, и полученные по его способу подошвенные кожи (способ этот пригоден в особенности для выделки последних) встречаются постоянно в продаже.

Кроме этих описанных способов дубления, есть еще два другие, очень часто применяемые: квасцовое и замшевое дубление.

Квасцы с химической точки зрения суть двойное соединение сернокислого калия с серноокислым глиноземом. Если погрузить разбухшую кожу в раствор из квасцов и поваренной соли, то глинозем действует при этом так же, как и дубильное вещество, т.-е. проникает в кожу и, отлагаясь между волокнами, мешает тем самым им отвердевать впоследствии. Если полученный таким образом продукт хорошенько обработать жиром, то последний впитывается кожей, и тогда получается весьма упругая и сильно вытягивающаяся кожа. Подвергая осторожно такой обработке кожу молодых животных, преимущественно козлят и ягнят, так, чтобы на коже не было пятен, получают лайку для перчаток.

Для этого разбухшие шкурки дубят раствором квасцов, к которому прибавляют куриный желток и немного муки. Так как желток

состоит из белкового вещества и жира, распределенного в виде мельчайших частиц, то этот жир, проникая в кожу, придает ей ту удивительную мягкость, которую мы находим в перчаточной лайке.

Квасцовое дубление во многом уступает дублению дубовой корою и применяется в тех случаях, когда не требуется особенно хорошее дубление. Недостатки дубления квасцами в особенности сказываются при действии воды на ту или другую кожу. Так, например, подошвенная кожа совершенно не подвергается действию воды, как мы это часто замечаем на нашей обуви, тогда как кожа, продубленная квасцами, при смачивании водой теряет квасцы, сморщивается и принимает отчасти свой первоначальный вид. Явление это может каждый заметить при смачивании водой лайковых перчаток, которые после этого напоминают обыкновенную недубленую кожу.

С помощью квасцов производится также дубление мехов. Все наиболее известные способы такого дубления довольно значительно отличаются друг от друга, но в общем они основаны на дублении квасцами и жиром. Обыкновенно поступают следующим образом: шкуры, по возможности очищенные и вымытые хорошо мылом, высушивают и с внутренней (мясной) стороны натирают жиром. Когда замечают, что натираемая кожа впитала в себя достаточное количество жира, то ее намазывают закисшими отрубями и этим в течение 24 часов достигают легкого рыхления кожи. По удалении слоя отрубей на кожу наливают раствор квасцов с поваренной солью и тем заканчивают дубление.

Глинозем—главная, имеющая значение для дубления, составная часть квасцов—есть основание (см. стр. 48), а потому весьма естественными являются попытки заменить его в дублении другими основаниями и таким образом получить особые сорта кожи. Из подобных оснований скорее всего можно указать на такие, как окись железа или окись хрома, и, действительно, удалось получить кожу, продубленную этими основаниями, но серьезное прочное значение получила только хромовая кожа. Такая кожа мягка, как и другие сорта кож, но превосходит их устойчивостью по отношению к воде и высокой температуре. В особенности последнее ее свойство весьма ценится, и оно вызвало усиленный на нее спрос.

Нам остается еще поговорить о *замшевом* или *жировом* дублении. Для него так же, как и для других видов дубления, шкуры очищают от волос, подвергают рыхлению, а затем смазывают жиром, главным

образом ворванью, и подвергают сильному разминанию. Смазывание жиром повторяется до тех пор, пока шкура может еще его впитывать. Это впитывание жира происходит не только механически, но здесь имеет место и химический процесс, окончание которого узнается по появлению особого запаха. Когда это случилось, то кожи складывают в большие кучи и оставляют на некоторое время лежать; при этом, благодаря продолжающемуся химическому процессу, кожи слегка нагреваются, что, заметим в скобках, еще более усиливает указанный химический процесс, и, наконец, начинают принимать желтый цвет.

Жир, впитанный кожей, настолько облекает волокна, что они уже не могут более склеиваться между собою, как это бывает в сырой коже; с другой стороны, связь между жиром и волокнами так тесна, что даже горячая вода и та не может уничтожить ее, и потому такая кожа прекрасно переносит стирку. После того, как началось пожелтение кожи, лишний жир, не связанный химически с волокнами, отмывают раствором поташа; при этом излишек жира дает эмульсию, которая затем легко вымывается водой.

Если разложить в этой эмульсии поташ какой-нибудь кислотой, то жир не может уже оставаться в эмульсированном состоянии и всплывает на поверхность воды.

Из опыта давно уже известно, что именно этот жир очень пригоден для смазывания выдубленных по первому способу кож; в торговле он встречается под названием *дегры*.

Прибавим кстати, что замшевое дубление применяется также и для шубных изделий.

Для того, чтобы закончить нашу беседу о коже, мы должны еще сказать несколько слов о пергаменте. *Пергамент* не есть собственно кожа, хотя его очень часто считают таковой. Приготавливают его следующим образом: берут шкурки очень молодых животных, удаляют волос с помощью извести, но не дубят, а после тщательной очистки сильно растягивают и высушивают. Для получения гладкой поверхности, которую мы обыкновенно наблюдаем у пергаamenta, их посыпают мелом и отполировывают пемзой. Полученный по такому способу пергамент слишком гладок для письма, его применяют для переплетов, барабанов и т. п. вещей; если же покрыть его легким слоем белой масляной краски, то он становится вполне годным для письма.

Возвратимся теперь опять к волокнистым веществам и поговорим о их белении и крашении; как побочный вопрос, мы рассмотрим мимоходом и малярное дело.

В природе волокнистые вещества встречаются большею частью белыми или почти белыми, как лен или хлопчатая бумага; даже шерсть обыкновенно является неокрашенной.

Так как ткани чисто белого цвета быстро грязнятся и принимают непривлекательный вид, то их редко употребляют для одежды; гораздо более эффектны и удобны окрашенные ткани, которые и являются обыденным материалом для платья. Вспомним, между прочим, что пурпурная мантия в средние века служила признаком знатного происхождения. Нужно, однако, заметить, что пурпур древних греков и римлян, как это показали произведенные в 1909 г. исследования над пурпурницей, доставлявшей им пурпур, имел не очень красивый черно-голубой цвет. Отсюда становится понятным, наконец, почему Гомер называет море пурпурно-голубым.

Весьма немногие волокнистые вещества обладают в естественном состоянии чистым белым цветом; большая часть из них имеет некоторую желтизну, которую на практике стараются устранить, расстилая ткань под открытым небом и подвергая ее белению солнечными лучами. Так как солнечный свет действует на краску обыкновенно разрушающим образом, то и желтизна волокон постепенно исчезает от действия света. Для полного удаления желтизны прибегают также к подсиниванию, как это бывает при синьке белья. Желтый и синий цвета суть дополнительные цвета и потому взаимно уничтожают друг друга.

По мере того, как с течением времени производство льняных и бумажных тканей, находившееся прежде всецело в руках домохозяек, перешло в фабричные руки, появилась потребность в больших пространствах земли для беления тканей, что, конечно, для заводчиков было неудобно и слишком дорого; при современном же развитии производства тканей, сосредоточивающегося притом в определенных местностях, прямо невозможно найти такие громадные площади земли для беления тканей (лугового беления). Но тут приходит на помощь химия, и в наше время, после открытия искусственных белящих средств, все льняные и бумажные ткани отбеливаются в специальных отделениях фабрик при помощи *хлорной* или *белильной извести*.

Активная часть хлорной извести есть хлор—газообразное тело желто-зеленого цвета, необыкновенно склонное вступать в соединения

с другими веществами. Когда его открыли в последней четверти XVIII столетия, то сочли сначала не за элемент, а за сложное тело. Так как он энергичнее кислорода, энергичнейшего из всех известных газов, то в нем усматривали вид нового кислорода. Энергично действуя на всевозможные вещества, хлор также разрушающе действует и на многие краски.

Но на фабриках весьма трудно работать с газообразным веществом, а потому для беления употребляется собственно не газообразный хлор, а соединение его с известью, которое получается из последней пропусканием через нее хлора. Соединение это называется хлорной известью и получено впервые в 1799 г. Теннантом в Глазго.

Если хлорную известь разболтать с водой, то при стоянии на дне сосуда оседают нерастворимые части, а над ними находится прозрачный раствор хлорной извести. Если к этой жидкости прибавить еще извести и опять насыщать газообразным хлором, то начнет выделяться «кристаллическая хлорная известь», которая, начиная с 1907 г., находится уже в продаже и является более энергично действующим веществом, чем прежняя хлорная известь.

При белении хлорной известью ее химическая энергия действует разрушительно на упомянутую выше желтизну льняных и бумажных тканей и уничтожает ее так же хорошо, как и луговое беление. Но разрушительное действие белильной извести не ограничивается только красками, а обращается затем и на волокна; вот почему этот способ беления до сих пор не применяется в домашнем хозяйстве.

На фабриках же дело обстоит иначе. Как только ткань выбелена, тотчас же остаток хлора уничтожают *антихлором*, а потому ткань в данном случае несколько не страдает от этого рода беления. Если бы хозяйки имели под рукою антихлор и умели бы применять его, то не было бы причины отказываться от применения такого удобного способа беления.

Антихлором могут служить многие химические вещества. Чаще всего употребляют *серноватистокислый натрий*. Эта соль сама по себе не оказывает никакого действия на белье и как только придет в соприкосновение с хлорной известью, то переходит в другое соединение, тоже совершенно безвредное для ткани; хлорная же известь, в свою очередь, взаимодействуя с нею, переходит в безвредный хлористый кальций.

Весьма часто белье, приносимое прачками, пахнет хлором. Конечно, такое белье, плохо обработанное белящими средствами, не может быть прочным, так как его волокна повреждены; применение же небольшого количества антихлора устранило бы легко этот недостаток.

В торговле встречается, кроме хлорной извести, еще *жавелева вода*, как белящее средство. В химическом отношении ее действие тождественно с действием хлорной извести, и она отличается от последней только тем, что вся известь замещена в ней натром. Применяют ее главным образом для удаления пятен, которые она превосходно уничтожает. Но для того, чтобы она не повредила белью, нужно тотчас же место, где было пятно, пропитать антихлором, хотя бы, например, слабым раствором серноватистокислого натрия, иначе ткань несколько пострадает, и на месте пятен окажутся дыры.

Для беления животных волокнистых веществ нельзя применять хлорную известь, так как она не белил их, а придаст им желтый цвет. Для их обесцвечивания употребляют *сернистую кислоту*, хотя она является не столь энергичным белильным средством, как хлорная известь. Сернистая кислота—это тот резко пахнущий газ, который получается при горении серы. Так как сернистая кислота очень легко растворяется в воде, то ею белят так, что развешивают ткани, подвергаясь белению, влажными в помещении, в котором сжигают серу; получающаяся при горении серы сернистая кислота поглощается влажными тканями и выбеливает их. В данном случае нет необходимости в каком-нибудь специальном средстве для уничтожения избытка сернистой кислоты, потому что при таком способе беления до волокон доходит весьма малое количество сернистой кислоты.

В заключение упомянем еще об одном белящем средстве, которое хотя часто рекомендовалось, но не могло вытеснить остальных средств: это—*перекись водорода*. Не раз уже приходилось упоминать, что вода есть соединение кислорода и водорода, т.-е. она может быть названа окисью водорода— H_2O . С помощью некоторых приемов удается прибавить к окиси водорода еще один атом кислорода и получить перекись водорода— H_2O_2 . С помощью ее достигают результатов, которые не могли быть достигнуты ни хлорной известью, ни сернистой кислотой. Так, перекись водорода очень хорошо белил волоса, перья, слоновую кость и др., а потому она теперь и применяется на практике. С 1907 г. стал пользоваться большим успехом *персиль*, содержащий,

кроме мыла, соды и водяного стекла, 10% перекиси бора, действующей очень мягко на белье. Персиль не только моет белье, но одновременно и белил его, а также действует дезинфицирующим образом. Добывание перекисей дешевым путем возможно с помощью электрического тока.

Перейдем теперь к крашению тканей, которое может быть разделено на два большие отдела, а именно: на сплошное крашение материй и на печатание по ним узоров красками.

Сплошное крашение тканей можно было бы производить очень простым способом, а именно: смешать данную краску с содержащей клей водсю и эту смесь покрывать материю. Но дело в том, что такое окрашивание не отличалось бы прочностью, и смачивать такую материю было бы, конечно, невозможно. Если же смешать краску с белком, как это и делается на практике, покрасить ею материю и нагреть ее, то прочность полученного окрашивания будет значительно большая, в виду того, что белок свертывается, делается нерастворимым в воде и прочно прикрепляет краску к волокну. Но сильного трения такая материя не выдерживает, наружный слой краски отслаивается, и материя несколько линяет.

Такой способ крашения имеет главное применение при нанесении на ткань цветных узоров, для сплошного же крашения он не применяется. В последнем случае на ткань всегда действуют краской, находящейся в растворенном состоянии, причем замечается большое различие в отношении разных волокон к краскам. Особенно резко отличаются шерсть и шелк от растительных волокон, например, хлопчатой бумаги. Так, если мы пропустим шелк или шерсть через раствор краски *фуксина* в воде, то последний постепенно переходит из воды в волокна, как говорят—поглощается ими, после чего они оказываются окрашенными в прочный красный цвет. В данном случае волокна проявляют то же свойство, которое мы указали раньше (см. стр. 42) для животного угля, служащего обесцвечивающим средством. Как уголь может извлекать краску из окрашенных растворов, так и волокна выбирают ее из растворов и потому являются окрашенными.

Заменяв в данном опыте шерсть или шелк хлопчатобумажной тканью, мы найдем, что последняя лишена такой поглощающей способности по отношению к *фуксину*: как только мы станем промывать окрашенную *фуксином* хлопчатобумажную ткань большими количествами воды, ткань постепенно потеряет свою краску и довольно быстро

обесцветится, между тем шерсть и шелк, подвергнутые такой же операции, остаются прочно окрашенными.

Надобно, впрочем, заметить, что не все краски так просто и легко окрашивают шерсть и шелк, и для крашения их весьма часто приходится прибегать к косвенному пути, применять так называемые *протравы*, т.-е. вести крашение так, как оно практиковалось обыкновенно для хлопчатобумажных тканей до 1884 г. В чем же состоит суть процесса *протравления*, будет ясно из следующего примера.

При прибавлении к раствору железисто-синеродистого калия (так называемой *желтой кровяной соли*) раствора соли железа получается замечательно красивый синий осадок, называемый *берлинскою лазурью*. Если бы мы пожелали окрасить этой лазурью какую-либо ткань, то пришлось бы поступить следующим образом: погрузить ее сначала в один, а затем в другой раствор. Когда ткань вполне пропитается первым раствором, а именно раствором соли железа, и мы введем ее затем в раствор железисто-синеродистого калия, то синий осадок образуется уже в волокнах материи и, следовательно, окажется внутри их; так как он нерастворим в воде, то вода, в каком бы она ни была количестве, не может удалить его из волокон и, следовательно, не может обесцветить ткань. Таким путем наша ткань является весьма прочно окрашенной. Совершенно аналогичным только-что рассмотренному нами процессу является процесс обыкновенного протравления.

Если красят с помощью протрав, то ткань погружают сперва в протравную жидкость. Эта жидкость бесцветная или слабо желтого цвета, и из нее в ткань поступает вещество, образующее впоследствии в волокнах с красящим веществом нерастворимое в воде соединение.

Слово протрава в крашении имеет несомненно несколько другой смысл, чем в обыкновенном разговорном языке. С понятием о протраве обыкновенно соединено представление о чем-то едком; красильные же протравы не могут быть едкими, так как они в таком случае разрушили бы ткань или в лучшем случае сделали бы ее мало прочной, чего, конечно, ни в коем случае не должно быть.

Как протраву, весьма часто употребляют глинозем, сам по себе бесцветный. В статье о дублении (см. стр. 129) мы уже видели, что он вступает в соединение с волокнами животной кожи; в той же мере он стремится вступить в соединение с растительными и животными

волокнами, если пропускать эти последние через соответственный раствор соли глинозема.

В прежнее время квасцы (см. стр. 128), т.-е. двойная соль сернокислого калия и сернокислого глинозема, были единственно легко доступной и хорошо растворимой в воде солью глинозема; но еще и теперь в деле крашения они играют большую роль. Их добывают с незапамятных времен довольно легким путем из некоторых горных пород, встречаемых в разных местах Европы. Содержащийся в них сернокислый калий не играет никакой роли в процессе крашения; а потому уже давно химики предложили взамен квасцов другие более дешевые растворимые соли глинозема.

Итак, если протравить бумажную ткань глиноземной солью, а затем погрузить в раствор ализарина, то ткань получается ярко окрашенной в красный цвет, так как теперь ализарин, соединяясь с глиноземом, закрепился в волокнах в виде нерастворимого соединения, подобному тому, как это имеет место при окрашивании ткани в берлинскую лазурь. Вода поэтому не может теперь удалить красную краску из ткани.

Соединение протравы с краской носит название *красильного лака*. Мы можем, конечно, получить его и без помощи волокон. Если прилить к соответственному раствору глиноземной соли раствор ализарина, то образуется красильный лак в виде красного осадка. Высушенный и растертый затем с олифой (смотри далее стр. 147), этот осадок представляет собой масляную краску, которой мы можем покрасить любую поверхность.

Глинозем—основание, и в красильном деле, кроме него, применяется еще целый ряд других оснований. Тогда как в кожевенном производстве употребляется, главным образом, глинозем (см. стр. 129), в крашении такие основания, как окись железа и окись хрома, играют большую роль в качестве протрав, да и не только они одни, но и ряд других окисей употребляется для прикрепления краски к волокнам. Такова, например, окись олова, которую применяют для этой цели в виде раствора хлорного олова или так называемой оловянной композиции.

Олово до сих пор нельзя отнести к числу особенно дешевых металлов; раньше оно считалось даже драгоценным металлом. Во времена Генриха VIII в Англии стоимость олова равнялась стоимости серебра, так что оловянные кубки представляли такое же украшение для стола,

как и серебряные. После того, как в 1640 г. в Голландии случайно открыли, что ткань, протравленная в растворе олова и затем обработанная кошенилью, окрашивается в превосходный пурпуровый цвет, оно начало играть видную роль в деле крашения, тем более, что впоследствии заметили, что олово придает приятный блеск и при других видах окрашивания. Хотя уже в течение двадцати лет получают с помощью анилиновых красок еще более красивые пурпурные окраски, чем с помощью кошенили, но все таки значение олова в красильном деле не изменилось, так как оно является очень подходящим средством для закрепления различных красок.

На ряду с отлагающимися в волокнах основными окислами металлов (главнейшие из которых мы уже рассмотрели) играет большую роль, как протрава, также и *таннин*. Таннин содержится в количестве до 50% в дубильных орешках, болезненных наростах, образующихся на дубовых листьях вследствие укула насекомых. Со многими красками он также дает прямо красильный лак, а потому с его помощью можно также окрашивать ткани. Кроме того, можно обработанную уже таннином ткань пропустить чрез растворы глинозема и подобных ему окислов. Тогда на волокнах получается, например, соединение таннина с глиноземом, и ткань, протравленная таким образом два раза, дает с целым рядом красильных растворов лаки, состоящие из таннина, металлического окисла и краски. Короче говоря, с помощью таннина можно получать в крашении самые разнообразные и эффектные результаты.

Мы говорили выше, что до 1884 г. нельзя было красить бумажные ткани без применения протрав; крашение же с протравой, как оно ни просто по теории, на практике требует большого навыка.

Так, например, весьма трудно окрасить хлопок в тот красивый красный цвет, который получается при так называемом пунцовом крашении (кумач). Этот род крашения отличается еще той особенностью, что для протравления ткани применяется также масло. Протравленная ткань окрашивается затем в ализариновой ванне (к этой последней краске мы еще вернемся). Это крашение уже давно было известно на востоке, но вполне оно было разработано только в Европе, которая своими окрашенными в ализарин хлопчатобумажными тканями давно завоевала восточные рынки. В громадном количестве требуются туда окрашенные ализарином платки.

Поэтому, для данной промышленности весьма опасным явилось открытие новой красной краски—*конго*, которая прямо (без протрав) окрашивает бумажную ткань.

Если бы какая-либо восточная женщина захотела получить красный платок, то ей стоит только растворить немного красной конго краски в воде и дать белому платку полежать в растворе некоторое время, после чего он оказывается окрашенным в красный цвет. Положим, что этот красный цвет, в противоположность указанному выше пунцовому (ализариновому), очень непрочен, но достаточно повторить эту простую процедуру над вылинявшей тканью, и прежний красный цвет вновь восстанавливается.

Краски, окрашивающие без помощи протрав, называются *субстантивными*; красная краска конго была первою субстантивной краскою для хлопка, но вслед за нею скоро были добыты и другие краски всевозможных цветов и оттенков.

Уже давно в химии дегтярных красок играли большую роль, как промежуточные продукты, так называемые *диазо-соединения*. Эти вещества необыкновенно склонны вступать в самые разнообразные реакции с другими химическими телами; пользуясь этим их свойством для получения различных веществ, которые могли бы пригодиться в красильном деле, химики открыли, что можно получить новые тела, в состав которых группа *диазо*¹⁾ входит дважды, почему они и обладают еще большей способностью вступать в новые соединения.

Отдельные представители этого класса, имеющие специально научный интерес, были уже давно известны ученым, работавшим в области химии, но когда стали исследовать их в смысле применимости их для практических целей, то и удалось открыть отдел красок, относящихся к числу так называемых *тетразо-соединений* и способных окрашивать хлопок прямо без протрав. С 1898 г. появились еще новые, содержащие серу краски с аналогичными свойствами, но эти последние имеют еще то преимущество, что гораздо более устойчивы на свету и при стирке, чем первые.

Вообще можно сказать, что в настоящее время красильные фабрики дают окраску, удовлетворяющую всем предъявляемым практикой требованиям к ее прочности. Есть даже краски, как, например,

¹⁾ Группа диазо—есть группа из двух атомов азота, которая, входя в состав молекулы, дает диазо-соединения.

индантреновые, по своей стойкости значительно переживающие окрашиваемые ими ткани.

Совершенно неожиданное применение нашли анилиновые краски и еще в одной области—медицине, облегчив борьбу с бактериями, мельчайшими живыми организмами, вызывающими множество тяжелых болезней. Если рассматривать под микроскопом выделения больных (например, мокроту), кишацие бактериями, то очень часто трудно бывает распознать находящиеся в них разные бактерии, а отличить их одну от другой бывает и вовсе невозможно. Но вот в 70-х годах Вейгерт открыл, что отдельные виды бактерий могут окрашиваться различными красками, причем окружающая их среда не окрашивается. Благодаря этому окрашенные бактерии легко заметить под микроскопом и определить их породу. Пользуясь этим способом, Кох открыл в 1882 г. бациллу туберкулеза, окрашивающуюся фуксином в красный цвет.

К сожалению, мы не можем далее углубляться в область дегтярных или, как их принято называть в публике, анилиновых красок, так как это невозможно без специальных химических познаний; только человек, основательно знакомый с химией, мог бы разобраться в этой сложной области химического знания. Мы ограничимся только одним замечанием, что нельзя представлять себе эти краски, как получающиеся прямо из дегтя: цельный каменноугольный деготь никогда не перерабатывается непосредственно на краски. Его сперва для этой цели перегоняют, для чего употребляют аппарат, подобный тому, который мы применяли для перегонки на стр. 24.

Немецкий ученый Рунге предложил впервые эту перегонку в 1834 г. с чисто научной целью, и его работы послужили краеугольным камнем для нынешнего производства дегтярных красок. Первая же анилиновая краска была получена весной 1856 г. Перкиным, учеником знаменитого Гофмана, бывшего сначала профессором в Лондоне, а затем в Берлине; краска эта была красновато-фиолетового цвета—*моветин*. Если нагревать деготь в таком перегонном аппарате, то начинает перегоняться бесцветное, прозрачное, как вода, масло. Оно и служит основным материалом для производства дегтярных красок; после него перегоняется порция, которая при охлаждении отчасти затвердевает. Из нее получают карболовую кислоту, открытую тем же Рунге, затем нафталин и целый ряд других веществ, из которых мы упомянем только об антрацене, потому что к нему нам впоследствии

придется еще возвратиться. Под конец в перегонном кубе, если перегонка длилась довольно долго, остается масса, напоминающая собою кокс и применяющаяся как горючий материал.

Что касается красильных веществ, то мы будем подробно говорить только об индиго и об естественной и искусственной крапповой краске.

Уже в самые древние времена была известна синяя краска, носящая название *индиго*; добывалась она в Индии из сока различных, но сродных между собою, растений. Сок их сам по себе бесцветен, но при стоянии на воздухе из него выделяется, вследствие процесса окисления, синее красящее вещество. Его справедливо считали королем красящих веществ, так как его превосходный синий цвет, типичный по своей чистоте, оказывается поразительно устойчивым по отношению к свету и воздуху, кислотам и щелочам, а также и при энергичной обработке мылом, как ни одна краска.

У нас, в средней Европе, также есть растение, называемое *вайдой*, сок которого при стоянии на воздухе также выделяет немного индиго, но только гораздо менее, чем сок вышеуказанных индийских растений, а именно всего 0,3%. Раньше, вследствие затруднительности сношений с Востоком, в Европе красили исключительно местным индиго, добываемым из вайды. Так как спрос на эту синюю краску был весьма значителен, то разведение вайды в некоторых местностях приняло большие размеры и обуславливало собой благосостояние последних. Около 1300 г. культура вайды была особенно развита в местностях близ Эрфурта, и те горожане, которые имели право разводить вайду, назывались вайдюнкерами; еще в 1600 г. сотни деревень в Тюрингии занимались ее разведением.

Но, в конце концов, ее культура не могла выдержать конкуренции с более дешевым индийским индиго, хотя владельцы князья, а также города, желая спасти ее, вводили охранительные пошлины и даже запрещали ввоз его извне. Так, например, жители Нюрнберга в течение долгого времени каждый год давали клятву не прибегать к покупке иностранного индиго.

До последнего времени (1898 г.) индийское индиго, вследствие улучшенных сношений с Востоком, господствовало во всем мире. Причины же потери им такого господства в настоящее время следующие. Во-первых, существуют синие краски, полученные из дегтя, которые сами по себе могут с ним соперничать по красоте и прочности,

а во-вторых—Байер целым рядом замечательно остроумных работ разрешил в 1880 г. вопрос об его искусственном приготовлении. Надо, впрочем, заметить, что получение такого индиго по методу, выработанному специально для научных целей и основанному на обработке материалов, извлеченных из каменноугольного дегтя, обходилось дороже стоимости естественного индиго. За этим способом последовал целый ряд других предложений для синтеза, т.-е. искусственного получения индиго, и, начиная с 1897 г., т.-е. после семнадцатилетней упорной работы многих химиков, в продаже появилось искусственное индиго. Вследствие этого жители отдаленной Бенгалии постепенно были принуждены бросать культуру индиго и переходить к каким-либо другим растениям, ибо в то время как в 1894 г. Индия доставила индиго еще на сумму 70 миллионов марок, в 1910 г. она дала его всего на 5 миллионов. Килограмм естественного индиго стоил в этом году 8 марок, производство же искусственного обходилось заводчикам около 6 марок, и потому искусственный продукт и мог удовлетворить уже на 85% общий спрос в мире на индиго.

Если усовершенствования путей сообщения между Индией и Европой убили культуру вайды в Европе, то успехи химии в изготовлении красок заводским путем в последние 40 лет также уничтожили культуру некоторых других подобных вайде растений не только в некоторых местах, но и по всему свету, сделав ее совершенно невыгодной. Одним из таких растений является—*крапп*, или *марена*, с помощью которой окрашивали ткани в различные цвета, главным же образом в красивый красный (пунцовый) цвет. Крапп возделывали во всей южной Европе до Бадена, а также в Малой Азии и других местностях. Для крашения употребляли его корень; называющийся на Востоке *ализари*, отчего и произошло наше название *ализарин*.

В этом корне содержится целый ряд красящих веществ, и хотя химическим исследованием его занимались усердно уже с 1823 г., но успех этих исследований, благодаря трудности задачи, был весьма ограничен. Только в 1868 г. Гребе и Либерману удалось констатировать, что главное красящее его вещество, ализарин, находится в прямой связи с *антраценом*, тем углеводородом из каменноугольного дегтя, о котором мы выше упоминали.

Затем открыли, что ализарин есть в химическом смысле *диоксиантрахинон*, и в довершение этого открытия удалось перевести в это последнее соединение углеводород дегтя—антрацен.

Практики сейчас же занялись приготовлением этого красящего вещества. Сначала на это была потрачена масса труда, так как способы, применявшиеся в лабораториях для его получения, не годились для производства его в больших размерах, и на фабриках эти способы должны были быть заменены более подходящими; но, в конце концов, изготовление искусственного ализарина достигло полного совершенства. С этим искусственным продуктом естественный теперь не может конкурировать, а потому культура краппа прекратилась теперь на всем земном шаре.

Выше было указано, что с помощью краппа, т.-е. ализарина, можно получить целый ряд красок, оттенок которых зависит от протрав. С помощью глиноземной и оловянной протравы получают великолепный пунцовый цвет, железной—темные тона, переходящие в черный цвет, если применить большее количество железа; хромовая протрава дает цвет бордо и т. д.

Этим путем можно достигать удивительных эффектов. Если, например, пропитать какую-нибудь бумажную ткань различными протравами подряд так, чтобы по длине ее находились полосы, пропитанные глиноземной, железной и т. д. протравами, то после высыхания почти нельзя будет различить этих отдельных полос, так как все они почти бесцветны. Опустим протравленную таким образом ткань в воду, к которой предварительно была прибавлена искусственная желтая ализариновая паста, и прокипятим ее слегка; тогда ткань представит собой целую шкалу цветов. Ализарин, как и многие другие краски, находится в продаже в виде *пасты*, т.-е. содержит много воды; это делают потому, что сухой ализарин очень плохо распускается в воде, что весьма затрудняет крашение.

Упомянем еще об экстрактах красильных деревьев. Водные вытяжки многих деревьев, растущих в тропических странах, как, например, кампешевое дерево, фернамбуковое и т. д., могут окрашивать протравленные ткани и таким образом могут найти применение в деле крашения. Первое дерево называется еще синим сандалом, а второе—красным деревом. Чтобы сократить расходы по провозу, в портовых городах из них готовят экстракты, подобно экстрактам дубильных веществ (см. стр. 127), и в этом виде употребляют для крашения. Но и у них весьма опасным конкурентом являются дегтярные краски, которые, вероятно, и победят их окончательно в недалеком будущем.

Кроме вышеупомянутого краппа, из употребления вытеснены также кошениль ¹⁾, орсейль ²⁾ и куркума ³⁾, и вообще в настоящее время открыта такая масса красивых и прочных тетразо-красок (см. стр. 140), что экстракты из красильных деревьев теряют цену, так как уступают по прочности и красоте первым.

Германия безусловно занимает первое место между всеми государствами в производстве дегтярных красок; немецкие краски вывозятся во все страны мира.

В настоящее время в красильном деле применяется около 400 дегтярных красок, которые дают самые разнообразные оттенки, смотря по роду протравы.

Число это бесконечно мало в сравнении с общим числом полученных до сих пор красящих веществ данного разряда, но, в виду большой строгости требований относительно прочности красок к свету и к мытью, применяются только те, которые удовлетворяют в высокой степени этим требованиям.

Должно признать, что указанное число красок почти полностью удовлетворяет разнообразным требованиям красильщиков, и потому дальнейшее изобретение новых красок как будто является излишним. Новые краски только в том случае могут найти применение в заводской практике, если они отличаются выдающейся прочностью, красотой и дешевизной—тогда они могут, пожалуй, вытеснить некоторые прежние краски, но и то только отчасти, так как часто для этих последних с течением времени были найдены такие особые случаи применения, для которых новое красящее вещество, обладающее несколько другими свойствами, является уже непригодным.

Оставляя вопрос о сплошном окрашивании тканей, скажем еще несколько слов относительно нанесения на них рисунков, узоров.

Первоначально узоры прямо рисовали на ткани, но вскоре нашли способ покрывать непроницаемой для краски массой те места, которые должны остаться непокрашенными. Эту массу готовили, сплавляя воск со смолой. Когда затем вся штука ткани пропускалась через красильную ванну, то на ней оставались непокрашенными те места, которые были прикрыты слоем упомянутой массы.

¹⁾ Красная краска, получаемая из насекомого, встречающегося в Мексике.

²⁾ Темнофиолетовая краска, получаемая из лишая (растения).

³⁾ Желтая краска, получаемая из корневищ растения куркума.

Затем перешли к печатанию узоров; для этого узор вырезывали на дереве, последнее смазывали краской и при надавливании его на ткань на ней отпечатывался рисунок узора. Короче говоря, способ этот напоминает обыкновенное штемпелевание (каучуковыми штемпелями). В настоящее же время для печатания узоров на тканях давно уже применяются особые машины, доведенные до высокой степени совершенства. Так, например, есть машины, которые последовательно налагают на ткань до 16 различных красок.

Скажем еще два слова о приготовлении духов. Запах цветов и плодов обуславливается содержащимися в них сложными органическими соединениями, часто отличающимися большой летучестью. Многие из таких пахучих веществ удалось получить искусственным путем, и прежде всего вещество, обуславливающее запах горьких миндалей. Оно оказалось очень простым по составу. Труднее было искусственно воспроизвести запах фиалок, и долгое время *ионон*, искусственное фиалковое масло, стоило чрезвычайно дорого. В настоящее время имеется множество искусственных пахучих веществ; для некоторых из них исходным материалом служит уже известный нам антрацен.

Лекция восьмая.

Малярное дело.—Высыхающие и невысыхающие масла.—Льняное масло. — Олифа.—Лак.—Чернила.—Клетчатка.—Бумага.—Проклейка бумаги.—Бумага из соломы, из травы альфа.—Натронная целлюлоза.—Сульфитная целлюлоза.— Патенты.

Нанесение узоров и рисунков на ткани, о чем мы говорили в конце предыдущей лекции, приводит нас к живописи и собственно малярному делу, суть которого состоит в том, что заранее приготовленная краска размешивается, например, с водным раствором клея и наносится затем на какие-либо поверхности.

Эти так называемые водяные краски хотя и являются пригодными во многих случаях, но оставляют желать еще многого: так, например, при смачивании водой, от дождя, они расплываются и потому не могут быть применены для окраски каких-либо предметов, находящихся под открытым небом.

При малярных работах, как водяными красками, так и масляными, к которым мы сейчас перейдем, никогда не применяются, в противоположность красильному делу, органические краски, к числу которых относят и анилиновые краски. Краски эти являются недостаточно прочными по отношению к свету и изменениям погоды, которым, заметим, масляные краски должны довольно часто подвергаться.

Для малярного крашения почти всегда употребляют неорганические вещества, которые прикрепляются к данной поверхности с помощью масла. Если мы изотрем обыкновенный кирпич в тончайший порошок, то он представит собою неразрушимую красную краску. Положим, что эта краска настолько плоха, что никто не станет ее применять, но целый ряд других цветных веществ, встречающихся в природе или полученных прокаливанием или сплавлением разных подходящих материалов, весьма часто употребляется как малярные

краски. Так, например, стекло, к которому во время изготовления прибавили соединений металла кобальта, становится темносиним (этот факт известен уже около 400 лет); по тонком измельчении оно представляет собою *шмальту*, необыкновенно устойчивую синюю краску.

Таким же образом многие осадки, получающиеся при смешении растворов двух солей и нерастворимые в воде, являются весьма употребительными красками; так, например, при смешении растворов хромовокислого калия и уксуснокислого свинца образуется хромовокислый свинец, известный в практике под названием хромовой желти и т. д.

Относительно масляных красок надо прежде всего заметить, что не всякое масло годится для изготовления таких красок; возьмем хотя бы оливковое масло, которое дает жирное, никогда не высыхающее пятно; понятно, что растертые с ним краски при покрывании ими предметов не дадут высыхающего слоя.

Масла, в сущности, распадаются на два большие класса: на *высыхающие* и *невысыхающие*.

В состав невысыхающих, как, например, в оливковое масло, входит, главным образом, как мы уже знаем (см. стр. 20), олеиновая кислота и глицерин,—та самая олеиновая кислота, которая представляет одну из составных частей животного жира, как, например, говяжьего сала. Высыхающие же масла содержат в себе другие кислоты, которые получают название, смотря по материалу, из которого они добываются. Так, например, *льняное масло*, принадлежащее к высыхающим маслам, содержит в себе *льняную кислоту*.

Льняное масло получается путем отжимания льняного семени. Семена растений вообще, как известно, содержат довольно много масла; льняное семя при холодном прессовании дает 22% масла, при горячем—даже до 28%.

Оба класса масел при долгом стоянии на воздухе изменяются. Оливковое масло и ему подобные горкнут, высыхающие же масла переходят, в особенности когда они намазаны тонким слоем, в твердую прозрачную массу. Если к маслу были предварительно примешаны измельченные краски, то они прочно прилипают к покрашенному предмету, благодаря затвердевшему слою масла. Полученный слой совершенно сух и не пачкает руку, если его потрогать.

Проторкость невысыхающих масел происходит от частичного распада масла на свободные жирные кислоты и глицерин. Это

распадение происходит, по мнению одних, только от действия влажного воздуха, по мнению же других—при помощи особых бактерий.

Отвердевание высыхающих масел основывается на окислении их кислородом воздуха, благодаря которому льняная кислота и ей подобные кислоты вполне изменяются и из жидкого состояния переходят в твердое.

Заметим кстати, что есть масла, как, например, *хлопчатобумажное*, которые содержат как невысыхающую, так и высыхающую жирную кислоту; понятно, что их приходится отнести к плохо высыхающим маслам.

Весьма интересно то обстоятельство, что высыхающие масла высыхают гораздо скорее, когда мы искусственно усиливаем их окисление, как, например, когда мы для этой цели сварим их с таким веществом, как *окись свинца (глет)*, которая может сравнительно легко отдавать свой кислород. Льняное масло, сваренное с таким веществом или ему подобными, представляет так называемую *олифу*, которая, по растирании ее с соответственными красками, дает масляные краски, широко применяемые в малярном деле.

Если покрыть приготовленным таким образом маслом, т.-е. олифой, какую-либо поверхность (причем она может быть предварительно покрыта водяной краской), то оно высыхает в прозрачную, очень твердую стекловидную кожицу; обработанный таким образом предмет можно назвать полакированным, хотя, собственно говоря, слово лак имеет несколько другое значение. Обыкновенно под именем *лака* подразумевают не вареное льняное масло, но раствор смол в вареном масле или же в легко испаряющихся жидкостях. Растворы последнего типа называются просто лаками, растворы же смол в олифе—жирными или масляными лаками.

Так, раствор *шеллака* в спирте представляет собою лак, очень быстро высыхающий, ибо спирт легко испаряется на воздухе и оставляет тонкий, твердый слой смолы. *Спиртовые* лаки менее ценятся, чем те, которые получаются растворением смол в *скипидаре* (см. стр. 97), так как тот тонкий слой, который остается на предмете после улетучивания скипидара, гораздо прочнее держится, чем слой, оставляемый спиртовым лаком.

Еще более прочный покровный слой сравнительно со спиртовыми и скипидарными лаками, дают, так называемые *масляные лаки*, т.-е. растворы таких смол, как *янтарь* или *копал*, в вареном льняном

масле (*олифе*). Янтарь, принадлежащий к числу ископаемых смол, должен быть, при приготовлении из него янтарного лака, предварительно расплавлен, так как иначе он не растворится в олифе.

Копал есть точно также смола. Во многих растениях содержатся жидкости особого состава, которые вытекают из них сами по себе или вследствие сделанных на дереве разрезов и затвердевают на воздухе; такие затвердевшие массы называются *смолами*.

Копал, встречающийся в торговле, получается из целого ряда тропических деревьев; небольшие количества его добываются на восточном берегу Африки из земли. Некоторые считают поэтому такой копал за ископаемый, другие же полагают, что он образовался при вытекании соков из корней растений.

Если окисленное льняное масло сварить с мелко истертой пробкой и нанести эту смесь на льняную ткань, то получится *минолеум*.

Перейдем теперь к одной цветной жидкости, которая весьма часто употребляется, а именно к *чернилам*. Обыкновенные черные чернила есть не что иное, как разболтанное в воде и, так сказать, подвешенное в ней соединение *дубильнокислого железа*. Получают его, приливая к водному настою из дубильных орешков (см. стр. 137) раствор железного купороса. Чтобы лучше удержать полученный при этом черный осадок в подвешенном состоянии и сделать чернила более густыми, к ним всегда прибавляют немного раствора камеди ¹⁾. Теперь получают прекрасные черные чернила, прибавляя к дубильным орешкам небольшое количество *санда*; полученную из этой смеси вытяжку затем смешивают с раствором железного купороса и камеди.

Благодаря открытию растворимых в воде анилиновых красок, изготовление чернил в настоящее время может происходить по гораздо более удобному способу. Черные чернила, например, готовят, растворяя в воде черный анилин или индулин, красные, растворяя фуксин или, еще лучше, эозин. Весьма распространенные фиолетовые чернила готовятся растворением одной части фиолет-анилина в 300-х частях воды с прибавлением небольшого количества камеди и т. д.

¹⁾ Клейкое вещество, выделяемое деревьями, например, вишневый клей.

Копировальные чернила отличаются от обыкновенных только тем, что к ним прибавляют больше камеди и немного сахара; поэтому при писании ими на бумаге остается столь значительный слой чернил, что, при нажимании на него в копирувальном прессе листов чистой, но влажной бумаги, он дает ряд удобочитаемых оттисков.

Упомянем еще о так называемых симпатических чернилах, которые, впрочем, играют большую роль в романах, чем в действительности. Если, например, написать на бумаге раствором *желтой кровяной соли*, то, по высыхании письма, на нем не остается никакого следа, так как сама соль окрашена в слабый желтый цвет; если же знающий секрет чернил проведет по кажущемуся чистым листу кисточкой, смоченной в слабом растворе *хлорного железа*, то ясно выступают голубые буквы, так как, благодаря взаимодействию упомянутых нами соединений, образовалась *берлинская лазурь* (см. стр. 135). Подобно этому можно подобрать целый ряд жидкостей бесцветных или мало окрашенных, но при взаимодействии дающих цветные осадки, благодаря которым написанные буквы появляются окрашенными в самые разнообразные цвета.

Настоящие симпатические чернила должны иметь более таинственные свойства. В то время как при употреблении описанных чернил проявленные на бумаге знаки остаются на ней на долгое время, знаки, написанные настоящими симпатическими чернилами должны исчезать после того, как получивший данное письмо познакомился с его содержанием. Такие чернила готовят обыкновенно из раствора *хлористого кобальта* или *хлористой меди*. Раствор первого почти бесцветен, и буквы, написанные им на белой бумаге, почти незаметны. Если же нагреть такую бумагу, проведя по ней горячим утюгом, то кобальтовое соединение теряет воду, которая была с ним химически связана, и превращается в безводный хлористый кобальт темного голубого цвета, так что написанное становится вполне удобочитаемым. По охлаждении же бумаги строчки постепенно начинают исчезать по мере того, как соль притянет столько содержащейся в воздухе влаги, что восстановится прежнее водное, бесцветное соединение.

Если мы напишем слабо голубым раствором хлористой меди и затем подогреем бумагу, то появляются знаки желто-бурого цвета, которые по охлаждении опять исчезают, благодаря вышеуказанной причине, так как безводная желто-бурая хлористая медь притягивает из воздуха влагу и при этом переходит в бесцветное водное соединение.

С неисчезающими чернилами мы познакомимся позже, когда будем говорить о фотографии.

Перейдем теперь к *бумаге*. В то время как в весьма древние времена писали на предметах чисто естественного происхождения, как камни, дерево, кожа, египтяне очень рано уже научились получать бумагу из стволов папируса. Стволы этих растений были разрезаемы на возможно тонкие и широкие пластинки, которые укладывали рядом. На этот слой клали перпендикулярно к нему второй слой и затем помещали все под пресс, под которым вся эта масса, высыхая, образовывала сплошной лист. После этого лист подвергали лощению и полировке и затем применяли для письма.

Кроме этого материала, в древности и в начале средних веков употребляли еще *пергамент* (см. стр. 130), пока в восьмом столетии не изобрели того, что мы теперь называем бумагой.

К числу древнейших документов, написанных на бумаге, принадлежат также папские буллы VIII и IX столетий. Бумага для этих документов, как и для самого древнего из написанных на бумаге (из тряпок) документов, а именно мирного договора, заключенного между Кастилией и Арагонией, доставлена была, как кажется, испанскими сарацинами.

Наша современная бумага, которая идет в гораздо больших количествах на печатание, чем для письма, представляет собой тонкий слой сильно перепутанных и сваляных волокон растительного происхождения; животные волокна не годятся для производства бумаги, так как полученный из них продукт слишком мягок и походил бы на нечто вроде сукна.

Чтобы получить по возможности дешевую бумагу, уже с давних пор для ее производства не применяют непосредственно материала, полученного из растений; волокна эти служат сперва человечеству в виде льняных и бумажных тканей и затем уже, износившиеся и обтрепавшиеся, применяются в виде тряпок для производства бумаги.

Все растительные волокна состоят из клетчатки, образующей короткие волоконца, и из веществ, склеивающих или, как говорят, инкрустирующих эти волокна. Чистая клетчатка есть углевод (см. стр. 63), состоящий из шести атомов углерода, десяти—водорода и пяти — кислорода, т.-е. число атомов в ней таково же, как и в крахмале.

Первоначально бумагу получали следующим образом. Мокрые тряпки оставляли гнить два или три дня; при этом вещества, инкрустирующие клетчатку, настолько разрыхлялись и распадались, что при толчении обработанных вышеуказанным путем тряпок с большим количеством воды волокна клетчатки отделялись совершенно свободно друг от друга. Полученную таким образом кашу рабочий зачерпывал на тонкое сито и равномерно его встряхивал; большая часть воды проливалась при этом через отверстия сита, и на нем оставался тонкий слой перепутанных, сбившихся вместе, волокон клетчатки. Второй рабочий клал этот слой на толстый войлок и прикрывал его сверху другим куском войлока. Когда получался столб из таких войлоков и листов бумаги достаточной высоты, то его клали под пресс для возможного удаления воды, от чего отдельные листы бумаги становились гораздо прочнее. После этого столб разбирался, и листы подвергались окончательной сушке.

Полученная таким образом бумага является весьма пористой, на подобие пропускной бумаги. Она может служить для печатания и как оберточная бумага, но писать на ней нельзя, так как волокна сильно впитывают чернила, и буквы оказываются расплывающимися. Кроме того, такая бумага, несмотря на прессовку, мало прочна и легко рвется.

Чтобы придать ей большую прочность и уменьшить ее капиллярность, т.-е. свойство всасывать жидкости, ее, как говорят, проклеивают, хотя последнее название не вполне соответствует сущности дела. Если бы мы прибавили к бумажной каше клею, то он остался бы растворенным в воде и прошел бы вместе с нею через сито, так что только незначительная часть его задержалась бы в бумаге и оказала на последнюю соответственное влияние. При прибавлении же к бумажной каше, кроме клея, еще и квасцов, положение значительно изменяется. Мы уже указывали раньше, разбирая кожевенное и красильное производства, на сродство глинозема, содержащегося в квасцах, к волокнам. То же самое наблюдаем и здесь: волокно задерживает глинозем, а последний, с своей стороны, соединяется с клеем.

Поэтому при пропускании на сито бумажной массы, после того, как к ней были прибавлены квасцы и клей, через отверстия сита уходит только вода, а на волокнах остается весь клей, удерживаемый глиноземом; по высушивании такой бумаги волокна ее склеиваются вместе. Теперь на такой бумаге уже можно писать, так как ее волокна

потеряли свою капиллярность, и находящаяся в ней нерастворимая уже в воде проклейка сделала бумагу менее чувствительной к смачиванию.

Поверхность бумаги, получаемой ручным способом на ситах, никогда не может быть особенно ровной, и потому вся такая бумага должна подвергнуться лощению для улучшения ее внешнего вида. С этой целью ее отжимают во влажном состоянии между двумя гладкими поверхностями или, как говорят, сатинируют, т.-е. пропускают между двумя безупречно отполированными валами, гладкая поверхность которых при этом как бы отпечатывается на бумаге.

Постепенно удалось вполне заменить ручную работу машинною, и, в то время как раньше величина листов была ограничена величиной самого большого сита, которое только мог удержать в своих руках работник, теперь машины доставляют бумагу значительной ширины, не говоря уже о длине, могущей быть безграничной.

Чтобы обратить тряпки в так называемую бумажную массу, их теперь не подвергают толчению с водой после непродолжительного гниения, но варят с крепкой щелочью, как, например, едким натром (с ним мы познакомимся в статье о мыловаренном производстве), при чем инкрустирующие вещества растворяются и удаляются. Затем разваренные тряпки помещают в длинное корыто с водой, в котором вращается вал, усаженный ножами. На дне этого корыта под валом с ножами прикреплен также целый ряд ножей. В таком аппарате, называемом *голлендером*, при вращении механической силой вала с ножами, тряпки постепенно размельчаются и как бы размалываются с водой в однородную кашницу—так называемую *массу*.

Эту массу затем белят белильной известью и, уничтожив вредное влияние излишка последней с помощью антихлора (см. стр. 132), приступают к проклейке. Надо, впрочем, заметить, что обыкновенный клей не применяется при получении машинной бумаги; вместо него применяют различные смолы, как, например, *колофоний*, переведенные предварительным кипячением с едким натром в смоляное мыло. К бумажной массе прибавляют этого мыла и квасцов, при чем глинозем квасцов закрепляется на клетчатке и удерживает смоляные вещества, которые склеивают таким образом волокна бумаги между собою и делают ее годной для писания.

Вполне подготовленная и сильно разведенная водой бумажная *масса* поступает на бесконечное металлическое полотно из тонкой

проволочной латунной сетки, постоянно движущееся вперед; движение это производится с помощью валов, на которые натянуто это полотно. Благодаря постоянному сотрясению этого полотна с помощью особого приспособления, отдельные волоконца перепутываются между собою, а вытканые на сетке рисунки обуславливают собою появление в бумаге так называемых водяных знаков. Слой бумажной массы, потеряв на сетке большую часть стекающей с него воды, переходит затем на движущееся сукно, уносящее его далее. Затем сверху подходит другой слой сукна, и лист бумаги, заключенный между этими двумя слоями, прижимается между парой валов и по возможности обезвоживается. С валов этот лист переходит на полированный, прогреваемый паром цилиндр, на котором он, высыхая, приобретает вполне гладкую поверхность. Затем он проходит еще над другим цилиндром, придающим лучший внешний вид и противоположной стороне бумаги, и, наконец, наматывается в виде готовой бумаги на катушки.

По мере постепенного возрастания потребности в бумаге, производство ее скоро не было уже в состоянии удовлетворяться одними тряпками. В наше время достаточно только вспомнить о массе бумаги, потребляемой на газеты, и станет ясно, что каждый человек не может доставить столько льняных и бумажных тряпок, сколько приходится на него клетчатки в виде писчей или газетной бумаги. При этом становится понятным, что даже с 1780 г. во многих странах, например, в Пруссии, установили вывозные пошлины на тряпки, чтобы обеспечить материал для местных бумажных фабрик.

Но подобные меры мало принесли пользы, и так как потребность в бумаге все более возрастала, то стали искать подходящего суррогата для производства бумаги. В этом отношении наше время сделало такие крупные успехи в области химии, что можно указать на многие бумажные фабрики, которые для своего производства не употребляют ни одной тряпки. Как раньше, так отчасти и теперь публика относится отрицательно к бумаге, приготовленной не из тряпок, так как подобная бумага прежде, действительно, обладала худшими качествами, но в настоящее время приготовление так называемой *целлюлозы* из дерева настолько солидно разработано, что последняя не представляет уже собою суррогата, а действительно заменяет тряпки.

Простое рассуждение приводит нас к заключению, что если лен, служащий для получения льняных тканей, а затем для бумаги, содержит клетчатку в своем стволе, то, по всей вероятности, и целый ряд

других растений точно также содержит ее. Но здесь мы должны сделать такое же замечание, как и о крахмале (см. стр. 64), что если химический состав клетчатки, встречающейся в растениях, и одинаков, то физические свойства могут быть весьма различны. Так, например, солома по разваривании дает очень хорошую клетчатку; весьма ценной оказалась, например, клетчатка, доставляемая травой *альфой*—растением, встречающимся в диком состоянии в больших количествах в северной Африке, особенно в Алжире. Но, во всяком случае, названные материалы не дают такой хорошей бумаги, как льняные тряпки. Точно также каждое взрослое растение, в особенности дерево, содержит клетчатку, и переработка дерева на бумагу достигла в настоящее время такой степени совершенства, которую вряд ли возможно превзойти.

Еще в 1765 г. Регенсбургский проповедник Шеффер предлагал применить для производства бумаги растрепленное на волокна дерево. Наблюдения над устройством осиных гнезд навели его на мысль заменить волокна из тряпок древесными волокнами. Но, практическое применение этой идеи не было осуществлено до 1846 г., когда в южной Германии стали впервые получать так называемую древесную массу по очень простому способу: куски дерева размалывают жерновом при смачивании водой. Полученная при этом каша, понятно, не обладает волокнистым строением, и способность отдельных частичек сбиваться вместе и давать войлок весьма ничтожна. Кроме того, масса эта содержит много смолы, происходящей из деревьев, что не только затрудняет, но даже делает невозможным ее беление. Таковую массу можно перерабатывать только вместе с тряпками, причем длинные волокна последних придают необходимую устойчивость всей массе бумажного листа. Древесная масса поэтому не заменяет тряпок, но составляет только примесь при производстве бумаги.

В качестве примесей к бумаге стали применять еще гораздо худшие вещества, например, *гипс* и другие белые порошки, совершенно не обладающие способностью сбиваться в войлок; они только заполняют промежутки между склеенными волокнами бумаги и сильно уменьшают ее прочность.

На ряду с чисто-механическим размалыванием дерева, стали скоро прибегать и к соломе, разваривая ее с натровой щелочью (см. лекция 9) до такой степени, что она, после хорошего промывания водой, могла быть переработана в голлендере вместе с основной бумажной массой.

Полученный таким образом материал белили хлорной известью и затем прибавляли в значительных количествах к настоящей целлюлозе при выделке из нее бумаги. Таким же способом перерабатывается и трава альфа.

В то время как разваривание соломы, травы альфы и т. п. рыхлого материала при помощи различных химических веществ представляет довольно легкую операцию, такая же обработка дерева гораздо более затруднительна, так как мы имеем дело с более плотной массой. Первоначально для получения так называемой *целлюлозы* из дерева прибегали к «натронному» способу, как к наиболее удобному. Способ этот, выработанный в 60-х годах прошлого столетия американцем Уаттом, состоит в том, что дерево (главным образом сосновое и еловое) разваривается под сильным давлением с натровым щелоком. Котлы, в которых производится это разваривание, подогреваются прямым огнем, подобно паровым котлам. Дерево, разрезанное на поперечные к длине ствола кружки, закладывается в проволочных корзинах в котел; туда же впускается и щелок. Работать приходится при 10 атмосферах давления, чтобы достигнуть полного разваривания дерева; в виду столь сильного давления листы, из которых склепан такой котел, скрепляются между собою не одним рядом заклепок, как у паровых котлов, но тройным.

Кружки дерева, вынутые из варочного котла, обладают темно-бурым цветом. Все вещества, которые обволакивали и скрепляли волокна древесины, стали теперь растворимыми в воде; поэтому, если мы разомнем эти кружки с большим количеством воды или, вообще, подвергнем их какой-либо аналогичной операции, то получим в остатке на ситах целлюлозу; все же инкрустирующие вещества переходят в раствор и могут быть легко удалены. Получающаяся при этом так называемая *натронная целлюлоза*, представляющая довольно длинные волокна, весьма легко поддается белиeniu; в таком виде она поступает в продажу и перерабатывается на бумагу вместе с другими материалами.

Этот способ с 1884 г. встретил сильного конкурента в так называемой *сульфитной целлюлозе*, которая постепенно и отняла у него почву под ногами; начиная с 1905 г., натронной целлюлозы в продаже уже нет. Конечно, можно было заранее сказать, что едкий натр не представляет собою единственного средства, растворяющего инкрустирующие вещества дерева, не разрушая притом самой целлюлозы. От времени до времени появлялись указания на целый ряд подобных

веществ, но только одно из них, а именно кислая сернистокислая известь получила широкое применение на практике. Так как в химии соли сернистой кислоты называются сульфитами, то новый вид целлюлозы был назван сульфитной целлюлозой, в отличие от прежней натронной.

Применение сульфитного способа получения целлюлозы было впервые поставлено на практическую почву Мичерлихом, хотя раньше его другие исследователи произвели в этом направлении ряд опытов, не давших, впрочем, никакого практического результата. Так, в 1866 г. был выдан английский патент, в котором весь способ описан весьма близко к теперешней его постановке, но по этому способу не было получено ни одного килограмма целлюлозы, которая была бы пущена в дело.

Надобно заметить, что в Германии нельзя брать патента на такое открытие, которое было сделано где-либо другими в тождественной или весьма похожей форме, если не протекло еще 50-ти лет со времени последнего о нем официального сообщения. Благодаря этому обстоятельству, вопрос о получении патента вышеуказанным изобретателем принял для последнего весьма неприятное направление, и ему пришлось взять патент на получение дубильного щелока, на основании следующих соображений.

Дело в том, что, как мы знаем, почти все деревья содержат дубильные вещества, и поэтому при разваривании дерева на целлюлозу дубильные вещества, а также некоторые другие, переходят в раствор, и если они переносят высокую температуру варки, то их можно найти в водной жидкости по удалении целлюлозы. Таким образом, хотя настоящая цель германского патента была — добывание сульфитной целлюлозы, но патент был выдан как бы для получения дубильного щелока путем разваривания дерева с кислой сернистокислой известью, а получаемая при этом целлюлоза оказывалась как бы второстепенным продуктом.

Это обстоятельство дало позже повод к бесконечным спорам против этого патента, вследствие чего в середине 80-х годов прошлого столетия бумажные фабриканты были одно время в страшно напряженном состоянии в ожидании исхода одного из таких процессов. Но так как в Германии патенты действительны только в течение 15 лет, а Мичерлих заявил свой патент в 1878 г., то с 1893 г. патент потерял силу, и споры прекратились.

Но разберем сначала, что такое *кислая сернистокислая известь*. Мы все знаем, что зажженная сера сгорает, давая весьма резкий запах, и сама при этом исчезает; происходит это совершенно подобно горению угля, который, исчезая при горении и соединяясь с кислородом воздуха, дает газообразную углекислоту; точно также и сера, соединяясь с кислородом воздуха, дает бесцветный газ—сернистую кислоту. Но, с другой стороны, мы знаем, что кислоты соединяются с основаниями в соли (см. стр. 48); поэтому, если мы проведем газы, получающиеся из печи, где горит сера, в трубу, но не пустую трубу, а наполненную влажными кусками известняка, то сернистая кислота не будет уже выделяться из трубы в воздух, но соединится с известью, как основанием, и даст соль, так называемую сернистокислую известь.

Так как в нижней части трубы находится много сернистокислого газа, то он будет сильно растворяться в воде, стекающей медленно вниз по известнякам; эта кислая жидкость растворяет сернистокислую известь, которая образовалась еще раньше, и в конце концов получается раствор так называемой кислой сернистокислой извести.

Способ получения кислой сернистокислой извести при помощи так называемых башен (труб), наполненных известняком, был точно также патентован, так как раньше никто не получал этого соединения таким способом. Образующийся вышеуказанным путем раствор кислой сернистокислой извести собирается в резервуаре на дне той башни, в которую через боковое отверстие входит сернистокислый газ из печи с горячей серой.

Раствор кислой сернистокислой извести весьма сильно разъедает большую часть металлов. Наиболее устойчивым и доступным для техники по дешевизне металлом является свинец, благодаря чему в химической промышленности весьма часто применяются свинцовые или выложенные свинцом сосуды.

Для переработки дерева на целлюлозу с помощью сульфитного щелока, дерево разваривается под сильным давлением. Но свинец слишком мягок, чтобы из него можно было готовить котлы, внутри которых развивается такое сильное давление, как, например, в паровых котлах, и потому приготовление сосудов, в которых можно было бы вести фабричное получение сульфитной целлюлозы, представило для техники весьма трудную задачу.

После ряда попыток был выработан следующий прием: обыкновенный паровой котел из котельного железа покрывался изнутри

смолой; по ней клали ряд свинцовых пластинок, а сверх них—слой кислотоупорных камней в два ряда так, чтобы просветы между камнями нижнего и верхнего слоя не приходились друг против друга, а против цельного камня. Только такая сложно составленная внутренняя обкладка предохраняла внешний железный котел от разъедания. В настоящее время при устройстве котлов уже не применяют и свинцовых пластин, так как камни могут достаточно защитить железо от разъедания, если они хорошо соединены друг с другом с помощью подходящей замазки—цемента.

Для нагревания котла в него проводится целый ряд свинцовых трубок, по которым притекает пар из другого котла. Пар приходится проводить через много трубок, а не через одну, так как свинец плохо выдерживает давление, и то одна, то другая трубка лопаются. Еще лучше применять вместо трубок из чистого свинца железные освинцованные трубки. Впрочем, в настоящее время фабрики, изготовляющие свинцовые трубки, научились изготовлять такие, которые выдерживают давление и без железной обкладки.

Дерево, разваренное с кислой сернистокислой известью, выходит из котла гораздо более светлым, чем оно было сначала, в противоположность тому, что мы наблюдаем при разваривании дерева с едким натром. Это явление совершенно понятно, так как сернистая кислота есть хорошее белильное (см. стр. 133) средство; дальнейшая же отбелка такой целлюлозы не представляет уже затруднения.

Наилучший продукт получается при переработке белой ели (пихты). Северной границей этого растения является река Майн. На север от этой границы для переработки идут сосны, из которых готовится большое количество целлюлозы.

Насколько велики размеры современного производства целлюлозы, лучше всего может показать тот факт, что фабрики среднего размера перерабатывают ежедневно 5—6 моргенов (свыше десятины) хорошего соснового леса.

О добывании спирта из отбросов этого производства см. стр. 103.

Сульфитная целлюлоза не только выше по качеству натронной, но даже начинает вытеснять в бумажном производстве основной материал—тряпки.

В заключение мы приведем еще некоторые данные, иллюстрирующие превосходство целлюлозы, добываемой по сульфитному способу.

С 1890 г. наблюдается целый ряд попыток вести обработку дерева как можно осторожнее, начиная уже с разрезки дерева, дабы получить по возможности длинные волокна целлюлозы; при этом имели в виду ввести целлюлозу в хлопчатобумажную пряжу, для частичной ее замены. Несмотря на многолетние опыты и пробы, не удалось прямо достигнуть поставленной цели, хотя, впрочем, пришли к такому разрешению задачи. Получаемый из целлюлозы бумажный слой пускают не на гладкий, а на ребристый цилиндр, так что вместо бумажного листа получается ряд бумажных полосок, которые в мокром состоянии скручивают и таким образом получают (как бы прядут) нитку. Затем при тканье берут хлопчатобумажную основу, а утком служат толстые бумажные (из целлюлозы) нити; получаемая таким путем ткань может содержать в себе до 70% бумаги (целлюлозы). Называется она *силъвалином* (от латинского слова *silva*—лес) и обладает значительной прочностью. В 1903 г. сделанные из нее мешки были наполнены соответственным товаром и после странствий по свету оказались в безупречном состоянии; поэтому некоторые вполне правильно усматривают в силъвалинной пряже серьезного конкурента джуту ¹⁾.

Если вдуматься в явление постоянного расширения области применения дерева, подвергшегося химической обработке, то нельзя будет удивляться постоянному возрастанию цен на дерево. Этим же объясняется возрастание замены деревянных балок при постройках железными.

¹⁾ Растение, из волокон которого приготавливают ткань для мешков, ковров, мебельных материй и проч. Джут разводят в С.-Америке, Египте и Индии.

Лекция девятая.

Жженая известь.—Поташ.—Сода по Леблановскому способу.—Серная кислота.—Глауберова соль.—Азотная кислота.—Белильная известь.—Кристаллическая сода.—Аммиачная сода.—Искусственный поташ.—Поташ из патоки, из овечьего дота.—Мыло.—Едкое кали, едкий натр.—Жидкое мыло.—Наполненные мыла.—Жирно-смоляное мыло.—Мягкая и жесткая вода.—Пластырь.

Мыла, к которым мы теперь переходим, получают при действии водных растворов «едких щелочей» на жиры. Поэтому прежде, чем говорить о мыле, мы познакомимся ближе с едкими щелочами, а так как получение их связано с производством углекислых щелочей, то прежде всего надобно заняться последними.

В прежнее время из «едких щелочей» была общеизвестна только жженая известь; почему именно она стала известной человечеству с незапамятных времен, станет вполне ясным из следующих рассуждений.

Если для сконцентрирования жара мы обложим огонь, например, костер, со всех сторон камнями, то получится нечто вроде очага или печи; по потухании огня и охлаждении очага большинство из окружающих огонь камней останется без изменений, кроме одной породы камней, которая оказывается резко изменившейся, ибо если такой, вполне охладившийся после обжигания, камень облить водой (например, на него будет капать дождь), то камень начинает разогреваться настолько, что поливаемая на него вода улетучивается в виде пара, и бывший прежде вполне твердый камень рассыпается в порошок.

Обнаруживающие такие свойства каменные породы находятся в природе в громадных количествах в виде известняков; наиболее чистые разновидности их суть мрамор, известковый шпат и мел. Обожженный известняк или, короче, *жженая известь* служит для приготовления цемента, о чем мы поговорим позже.

Явления, совершающиеся в известняке при его обжигании, на основании наших современных химических сведений объясняются следующим образом. Известняк по химическому своему составу есть углекислая известь; при нагревании его газообразная углекислота улетучивается, а известь ¹⁾ остается.

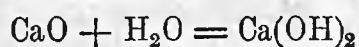
Естественный известняк представляет собой прекрасный строительный материал, так как не подвергается действию атмосферных осадков. Жженный же камень при действии на него воды, как мы это уже видели, напротив, вполне распадается, как говорят, гасится водою, причем вследствие взаимного химического сродства между окисью кальция и водой выделяется такое количество тепла, что значительная часть воды превращается в пар и улетучивается. Вследствие выделения большого количества тепла при поливании холодной водой холодного камня, явление гашения извести имеет несомненно загадочный, таинственный характер в глазах незнакомых с химией людей.

Получающаяся при этом *гашеная известь* обладает весьма едкими, т.-е. сильно разрушительными свойствами, почему жженный известняк и называется едкой известью. Так как она, соединяясь с кислотами, дает соли (напомним, например, фосфорно-кислую известь, служащую удобрением), то с химической точки зрения она является основанием или щелочью (см. стр. 48).

Когда едкая известь при гашении водой обращается в кашу, то хотя она и соединяется химически с частью прилитой воды, но все-таки в воде она является почти нерастворимой; сродство к воде и растворимость в ней,—очевидно, явления разного рода. Мыловары еще в средние века нашли способ готовить с ее помощью для своих целей щелочь, легко растворимую в воде. Щелочь эта называется едким кали и готовится из поташа при помощи едкой извести. Прежде чем познакомиться с обыкновенным способом приготовления едкого кали, выясним сначала, что такое представляет собою поташ.

Мы знаем, что все наземные растения для своего существования нуждаются в калийных солях (см. стр. 37); всякое дерево содержит

¹⁾ Известь есть окись металла кальция; эта окись по своей природе имеет большое стремление к химическому соединению с водой. При этом выделяется много тепла, так как окись кальция переходит в гидрат окиси кальция, т.-е. гашеную известь.



Окись кальция + вода = гидрат окиси кальция.

поэтому соли калия, и, по сгорании его, последние находятся в золе в виде углекислого калия—соли, легко растворимой в воде. Если золу вываривать в горшках, то калийные соли переходят в раствор, по отцеживании которого от нерастворимого остатка и по выпаривании получается в виде остатка *поташ*.

Поташ имеет весьма обширное применение. Он употреблялся и в настоящее время употребляется для мыловарения. Не менее важно значение его в стекоделии, крашении и т. д. По мере уничтожения лесов и связанного с этим уменьшения количества золы, производство поташа все более сокращалось; в особенности сильно чувствовался этот недостаток во Франции, почему Парижская академия еще в 1775 г. назначила премию в 2.500 ливров не за способ получения искусственного поташа, но за наилучший прием превращения поваренной соли в *соду*, так как последняя может во многих случаях заменять поташ.

Оба эти вещества, действительно, близки друг к другу: поташ, есть, как мы узнали, углекислый калий, сода же—углекислый натрий. В то время, когда была установлена вышеуказанная премия, поташ являлся единственным источником для солей калия, так как стасфуртские калийные соли (см. стр. 45) были открыты только во второй половине прошлого столетия. Таким образом, благодаря отсутствию соединений калия, не было возможности готовить искусственный поташ.

Источник получения соды в это время был весьма незначительный—зола морских водорослей, которые собирались главным образом в северной Испании; такая зола называлась *барильей*. Морские водоросли вместо калийных солей содержат обыкновенно натриевые, так что вываренная зола их представляет соду—углекислый натрий, а не поташ—углекислый калий. Барилья часто представляла собой весьма недоброкачественный продукт; иногда зола эта содержала всего 5 проц. соды, все же остальное были примеси. Несмотря на это, барилья применялась в промышленности, и спрос на нее был очень велик. Сода, как мы сказали, есть углекислый натрий, запасы же натриевых солей на земле громадны; достаточно указать на поваренную соль, как на соединение хлора и натрия. На этом-то основании и была установлена премия за искусственное приготовление соды из поваренной соли, так как искусственного поташа не из чего было готовить.

После целого ряда попыток со стороны многих техников эта задача была разрешена Лебланом, взявшим в 1791 г. патент на свой способ, который и до сих пор применяется на практике.

Его способ представляется весьма сложным. Он требует не только разнообразных химических сведений для своего выполнения, но и весьма большой сметливости и ловкости как для применения на фабрике улучшений, найденных чисто лабораторным путем, так и для практической постановки целого ряда побочных производств. Поэтому производство соды является не только основным производством, но и руководящим для современной большой химической промышленности. Таким образом, большая химическая промышленность есть непосредственный плод требований обыденной жизни ¹⁾.

Леблан, как и никто из его современников, не сумел в сущности перевести поваренную соль, т.-е. натревую соль хлористоводородной кислоты, прямо в углекислый натрий. Сущность его способа состояла в том, что ему удалось перевести в соду сернокислый натрий, который довольно легко может быть получен из хлористого натрия, т.-е. из поваренной соли. Он нашел, что соду можно получить из сернокислого натрия, если сплавить последний с углем и мелом, из которых последний, как мы знаем, есть углекислая известь. При выщелачивании охлажденного сплава водой, последняя извлекает из сплава соду, растворяя ее. Углекислота соды взята, очевидно, из углекислого кальция, а натрий из поваренной соли. При выпаривании этой водной вытяжки сплава выкристаллизовывается сода; это и есть продажная кристаллическая сода.

Таким образом, чтобы по леблановскому способу получить соду из поваренной соли, надобно превратить последнюю в сернокислый

¹⁾ Те химики, которые впервые своими работами сделали возможным проведение в заводской практике различных, часто поразительно сложных, химических процессов, каковы, например, в настоящее время процессы добывания анилиновых красок, искусственных противохорадочных средств, как антипирин, искусственных ароматов, как ванилин или фиалковые духи,—все они или вышли из техников, работавших по производству соды, или же основывались на богатом опыте этого производства. Успехи этих и аналогичных производств новейшего времени достигли таких поразительных пределов, о которых раньше не смели бы мечтать самые пылкие фантазеры.

В этой области необыкновенно сложных и трудных по своей постановке производств Германия заняла несомненно первенствующее место среди всех стран культурного мира.

натрий, называемый в обыденной жизни *глауберовой солью*, по имени ученого Глаубера, открывшего ее в 1645 году, а потому при производстве соды требуется *серная кислота*, которая получается часто рядом на особых заводах.

При сожигании серы получается, как это нам уже известно (см. стр. 157), газообразная сернистая кислота; последняя должна еще присоединить один атом кислорода, чтобы перейти в серную кислоту.

Сернистая кислота + кислород из воздуха = серной кислоте.

Присоединение этого кислорода из воздуха, впрочем, не происходит прямо, а только в присутствии, например, *азотной кислоты*; как показал опыт, это присоединение происходит лучше всего в больших камерах, которые делаются из свинца во избежание разрушительного действия кислоты (см. стр. 157).

В этих камерах азотная кислота окисляет сернистую кислоту в серную, теряя с своей стороны кислород. Но так как через камеры одновременно пропускаются водяной пар и воздух, то вещества, образовавшиеся от разрушения азотной кислоты, присоединяют кислород воздуха и опять переходят в азотную кислоту; следовательно, собственно говоря, азотная кислота не тратится при производстве, а только передает кислород воздуха сернистой кислоте. Образующаяся при этом серная кислота собирается жидким слоем на дне камер.

Из того, что только что нами было сказано, явствует, что при производстве соды требуется еще один завод—азотной кислоты. Она получается путем действия серной кислоты на селитру, причем для дешевизны берут натриевую, т.-е. чилийскую селитру (см. стр. 50). При взаимодействии этих двух веществ образуются азотная кислота и сернокислый натрий; азотная кислота легко отгоняется, а в реторте остается сернокислый натрий (в сущности остается *кислый сернокислый натрий*, но разьяснять эту разницу мы не будем, так как это повело бы нас к большим отступлениям).

После того как в течение ста лет техники неустанно работали над улучшением производства серной кислоты при помощи азотной кислоты, у этого способа, начиная с 1896 года, появился серьезный противник в виде нового способа, все более и более применяемого на практике. Основания этого способа следующие: платина, взятая в очень мелком, раздробленном состоянии, обладает одним оригиналь-

ным свойством, а именно, — что в ее присутствии протекает целый ряд таких реакций, которые без нее не идут. Роль мелко раздробленной платины напоминает в данном случае роль пепсина (см. стр. 52) или диастаза (см. стр. 94). Если взять газообразную сернистую кислоту и воздух (разумеется, из составных частей воздуха надобен только кислород), то в присутствии такой платины образуется серная кислота (*контактный* способ). Проведение на практике этого, казалось бы, простого способа представляет, однако, большие технические затруднения.

Серная кислота первоначально получалась на содовых заводах по вышеуказанному способу из серы, но потом с 1838 года стали применять другие материалы. В Европе залежи серы в значительных количествах находятся только в Сицилии; Луизианские залежи серы в Северной Америке, серьезный конкурент Сицилийских, стали разрабатываться только начиная с 1906 года. В 1838 г. неаполитанский король отдал добывание серы в Сицилии в монопольное владение одной марсельской фирме. Эта последняя сейчас же подняла цену. Английские заводы серной кислоты (надо заметить, что в то время такие заводы были почти только в Англии) принесли жалобу на это своему правительству, и чуть было не вспыхнула война из-за серы, но, к счастью, монопольная компания понизила цены.

Тем не менее этот случай заставил призадуматься на счет материалов для производства серной кислоты. Залежи свободной серы в Европе не особенно велики, но зато повсеместно распространены громадные массы сернистых соединений, в особенности железного колчедана (сернистого железа), называемого минералогами *пиритом*.

Такой пирит может сгорать в печах, при чем его сера, содержание которой в нем доходит до 48%, сгорает в сернистую кислоту, которая может быть переработана на серную кислоту, а железо превращается в окись железа. Последняя может быть, в свою очередь, переработана на металлическое железо. Есть также пириты, содержащие медь (большей частью испанские из Рио-Тинто); их особенно охотно приобретают на заводы серной кислоты, так как извлечение меди пиритных огарков (продукты, остающиеся после обжигания пиритов) весьма выгодное дело. Вот опять новое побочное производство, стоящее в связи с содовым.

Серная кислота представляет собою продукт, добывающийся в громадном количестве. Достаточно только вспомнить, какие массы

ее потребляются ежегодно (независимо от производства соды) на обработку фосфоритов для перевода их в суперфосфаты (годные для удобрения), какие массы—для получения сернокислового аммиака, также служащего для удобрения (см. стр. 48).

В 1909 г. производство серной кислоты на земном шаре дошло до 8 милл. тонн. В этом количестве Англия участвовала 2,1 милл. тонн, Германия 1,4 милл., Соединенные Штаты 1,3 милл., Франция 0,8 милл. тонн. В одной Германии в данном году в каждый час изготовлялось свыше 150.000 килограмм серной кислоты.

Когда серная кислота действует на поваренную соль, т.-е. на хлористый натрий, то образуется необходимый для производства соды по Леблановскому способу сернокислый натрий и сверх того—соляная кислота.

Пов. соль + серная к. = сернокислый натрий + соляная к.

Соляная кислота, подобно сернистой кислоте или аммиаку, есть газ, который, также как и они, сильно растворим в воде. Продажная соляная кислота, т.-е. водный раствор ее, содержит около 33% ее. Эта жидкость слабо дымит на воздухе, вследствие того, что испаряющийся из нее солянокислый газ образует как бы дым со влагою воздуха.

В начальном периоде производства соды солянокислый газ представлял собой продукт, весьма неприятный и доставлявший большие затруднения заводчику. В то время не могли еще найти применения для соляной кислоты, и ее выпускали через трубу вместе с печными газами в воздух. Понятно, что вся растительность в окрестностях таких заводов стала гибнуть, что повело к ряду жалоб; так, например, в одном предместье Брюсселя, благодаря соседству такого завода, все ремесленники этого предместья жаловались, что все их инструменты необыкновенно быстро притупляются. Чтобы бороться с этим обстоятельством, один завод построил трубу в 150 метров вышины, т.-е. вдвое выше обыкновенной церковной колокольни, но газ, вместо того, чтобы смешиваться с воздухом на этой высоте, в сырую погоду спускался тяжелым туманом вниз ¹⁾.

¹⁾ Здесь надо, кстати, заметить, что упреки, которые делают содовому производству за выпуск больших количеств соляной кислоты в воздух, должны в известной степени относиться к углю, сжигаемому при этом производстве, так как последний доставляет в воздух также большие количества сернистой кислоты. В этом

Чтобы избавиться от этих жалоб, некоторые из заводов переселились на маленькие островки в Английском канале. В общем же производство шло по старому; хотя и было известно, как легко растворяется соляная кислота в воде, но никто и не подумал освободиться от этого газа пропуская его через воду. В самом деле, что было делать с водной соляной кислотой, получавшейся при этом, если ее нельзя было выпускать в реки, так как она убийственно действует на рыб?

Таким образом солянокислый газ составлял чистое несчастье для заводчиков, пока обстоятельства не изменились совсем в противоположную сторону.

В настоящее время главное применение его—это производство белильной (хлорной) извести, которая употребляется в настоящее время (см. стр. 131) в громадных количествах и к производству которой мы сейчас перейдем.

Чтобы переработать солянокислый газ в хлорную известь, его сначала пропускают через воду и тем самым улавливают. Благодаря этому устраняется поступание соляной кислоты в воздух и вредное действие ее на прилегающую к заводу местность. Водный раствор соляной кислоты, т.-е. жидкость, в виде которой соляная кислота

отношении весьма расхваленные, так называемые, дымосжигательные топки несколько не изменяют сути явления.

Мы уже знаем, что всякий каменный уголь содержит серу, часть которой переходит в светильный газ при получении его из каменного угля (см. стр. 30). При горении такого угля выделяется в воздух вместе с продуктами горения сернистая кислота, но там она довольно быстро переходит в серную кислоту.

Официальные исследования показали, что в Лондоне 1 миллион кубических метров воздуха содержит 1670 грамм серной кислоты. В Манчестере это число возрастает до 2518 грамм, а вблизи завода серной кислоты—до 2668 грамм. В деревне же—в поле—серной кислоты содержится в том же объеме воздуха 474 грамма. Эта серная кислота происходит от распадающихся органических тел, т.-е. от белковых веществ, так как белки содержат серу (см. стр. 59). Если мы пересчитаем числа, данные для Лондона, на объем комнаты в 6 метров длины, 5—ширины и 4—высоты, то количество серной кислоты в этом сравнительно большом пространстве будет равняться всего 0,2 грамма. Содержащаяся в воздухе сернистая и серная кислоты делаются особенно вредными во время дождя, так как последний смывает их на листья растений, что, конечно, весьма вредно сказывается на их развитии. Так, недавно имел место крупный процесс между одним металлургическим заводом в верхней Силезии и соседним заводом лесовладельцем; последний требовал возмещения убытков за вред, причиненный его лесам сернистой кислотой, выделявшейся из заводских труб.

находится в продаже, нагревают затем с *перекисью марганца*. Перекись марганца по своему химическому составу есть соединение марганца с кислородом, а соляная кислота—соединение водорода с хлором, почему она и называется хлористоводородной кислотой. При действии богатой кислородом перекиси марганца на соляную кислоту, кислород ее соединяется с водородом соляной кислоты в воду и, сверх того, освобождается газообразный хлор.

Перекись марганца + хлористоводородная кислота = хлористый марганец + вода + газообразный хлор.

При пропускании затем хлора в помещение, наполненное кусками гашеной извести, образуется хлорная известь.

Небольшое количество соляной кислоты переделывается на бертолетовую соль (хлорноватокислый калий) и на тому подобные соли. Сверх того, значительное количество соляной кислоты поступает в различные производства в неизменном виде.

Леблан нуждался для устройства фабрики по своему способу в значительных денежных суммах. Ему их дал герцог Орлеанский (прозванный впоследствии Филиппом Эгалитэ), основываясь на мнении д'Арсе, профессора химии в Collège de France (одном из двух парижских университетов), признавшего этот способ за стоящий применения. Но в 1793 г. герцог Орлеанский кончил, как и многие другие политические деятели того времени, свою жизнь на эшафоте, и фабрика подверглась вместе с другим его имуществом конфискации. Так как, благодаря продолжительным войнам республики и связанным с ними затруднениям в морском транспорте, цены на поташ во Франции сильно возросли, французское правительство издало декрет, объявивший все до тех пор известные способы получения соды—общественным достоянием, вследствие чего патент Леблана потерял всякую силу.

Только в 1799 году Леблану передали опять его фабрику, но недостаток средств мешал ему привести ее в порядок, так что под конец этот талантливый изобретатель, открытия которого имели такое громадное значение для стеклоделия, мыловарения и ряда других производств, в отчаянии покончил свою жизнь самоубийством в 1806 г. Французское правительство выдало позже его наследникам вознаграждение от имени государства.

Леблановский способ хотя и не был забыт, но применялся без особенного успеха, пока английские фабриканты не поставили это производство на достаточную высоту. Но так как в Англии до 1824 года

взималась большая пошлина даже с соли, применяемой в промышленности, то содовое производство стало развиваться только по устранении этого крупного препятствия.

Сначала искусственную соду раздавали даром в Лондоне, чтобы приучить мыловаров к соде и отучить их от употребления барильи, но такое положение дел быстро изменилось. Скоро заметили, что с чистым продуктом работа идет гораздо удобнее и проще, чем с содержащей мало соды барильей, и в привычку вошло покупать сырой сплав из печей. Объяснялось это тем, что заводчики, привыкшие к выщелачиванию соды из барильи, предпочли выщелачивать соду также и из содового сплава. Таким путем искусственная сода завоевала себе прочное место в промышленности. Приготовление ее в Германии началось после 1830 года в Шенебеке на Эльбе.

Для получения соды сплавляют вместе глауберову соль (сернокислый натрий), мел и уголь.

Выщелачивание водою сплава переводит соду в водный раствор. Когда при дальнейшем выпаривании раствора он настолько сгущается, что в нем остается количество воды, недостаточное для растворения всей соды, последняя начинает выкристаллизовываться. Но выкристаллизовывается при этом не безводный углекислый натрий, а соль с содержанием почти 63% так называемой кристаллизационной воды. Свойство удерживать кристаллизационную воду замечается у многих солей.

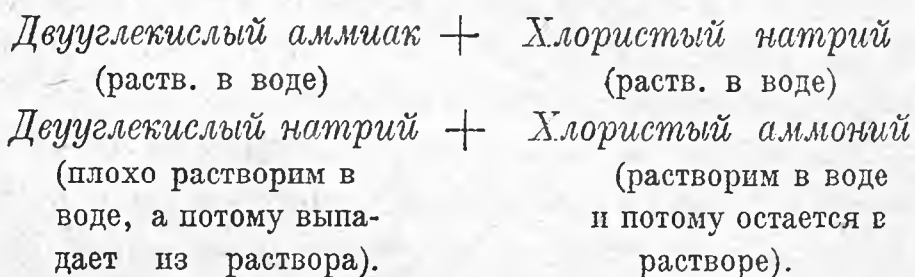
Сода при долгом лежании на воздухе изменяет свой наружный вид; она теряет при этом часть кристаллизационной воды, и отдельные кристаллики ее, как говорят, выветриваются и теряют определенные очертания. Так как высокое содержание воды в соде бесполезно увеличивает расходы по транспортированию ее, то заводы приготавливают также и безводную соду; нагревая кристаллы до тех пор, пока не улетучится вся вода. Остающийся при этом белый порошок носит название жженой—кальцинированной соды, так как такой способ высушивания называется кальцинированием.

Мы только что познакомились в общих чертах с содовым производством по Леблановскому способу и с некоторыми важнейшими сопровождающими его побочными производствами. Заметим теперь, что существование этого весьма важного производства, которое, начиная с 1724 года, беспрепятственно процветало в течение 60-ти лет, стало подвергаться опасности с начала 80-х годов и в настоящее

время находится в полном упадке. Произошло это вследствие следующих причин.

Уже давно был известен способ превращать поваренную соль в соду гораздо более простым путем, чем Леблановский. Суть его состоит в следующем, и повторить его в лаборатории не представляет никаких затруднений.

Аммиак, как основание, соединяется с углекислотой в углекислый аммиак, с двойным же количеством ее—в двууглекислый аммиак; если раствор такого двууглекислого аммиака прибавить к раствору поваренной соли (хлористого натрия), то происходит реакция, так называемый двойной обмен, и образуется осадок двууглекислого натрия, сравнительно плохо растворимого в воде; в растворе же остается хлористый аммоний.



Поваренная соль при этой реакции, как видно, прямо переходит в двууглекислый натрий. Таким образом, в этом новом способе совершенно выпадает требуемое Леблановским способом и не особенно удобное переведение поваренной соли в сернокислый натрий при помощи серной кислоты и соединенное с этим побочное добывание соляной кислоты (см. стр. 166).

С теоретической стороны, как видите, способ этот очень прост. Патент на него был выдан еще в 1838 году, и, кроме того, известно, что с 1855 по 1857 год на одной французской фабрике получали соду именно по этому способу, при чем называли ее аммиачной содой в отличие от Леблановской. Но при фабричной постановке этого способа пришлось натолкнуться на такие затруднения, что скоро принуждены были его оставить, как не выдерживающий конкуренции с Леблановским способом.

Упомянутое только-что затруднение при получении аммиачной соды—чисто механического характера и состоит в том, что выделяющийся двууглекислый натрий легко засоряет, закупоривает все трубки, по которым газообразная кислота и аммиак накачиваются в рас-

твор поваренной соли. Затруднения эти были удачно устранены Сольвеем, и теперь по его способу изготавливается почти вся сода.

Ход этого производства следующий: в раствор поваренной соли, находящийся в закрытом сосуде, нагнетают насосом аммиачный газ, и когда последний введен в достаточном количестве, то начинают туда же нагнетать углекислый газ. В жидкости образуется двууглекислый аммиак, который вступает во взаимодействие с поваренной солью, после чего начинает выпадать двууглекислый натрий.

Таким образом для этого производства требуется раствор поваренной соли, аммиак и углекислота. Поваренная соль доставляется или в твердом виде из соляных копей, или же в виде естественного рассола (который может оказаться весьма удобным для прямой переработки), аммиак—газовыми заводами, углекислота—печами для обжигания извести, газы которых накачиваются насосами в самый раствор.

Если природный известняк обжигать в печах на едкую известь (о чем мы говорили в начале лекции), то он распадается на свои составные части—углекислоту и едкую известь. Так как всякий горючий материал при сгорании его углерода также доставляет углекислоту, то газы, выходящие из этих печей, содержат весьма значительное количество последней. Как в описываемом, так и в других производствах газы эти служат источниками углекислоты; их забирают насосом из печей и проводят по трубам на место применения.

Полученный по сольвеевскому способу продукт—двууглекислый натрий—должен быть еще переведен в соду—в одноуглекислый натрий, но операция эта не представляет никаких затруднений: надобно только слегка прокалить эту соль, и вторая молекула углекислоты отделяется и улетучивается, а остается одноуглекислый натрий.

Мы уже сказали, что в маточном растворе по выделении двууглекислого натрия остается хлористый аммоний, из которого необходимо вновь добыть аммиак и вновь ввести его в круг производства; в противном случае сольвеевский способ оказался бы слишком дорогим и невыгодным. Аммиак, как основание, вытесняется из своих соединений более сильными основаниями. Поэтому при кипячении маточного раствора хлористого аммония с едкой известью, получающейся в печах, которые вырабатывают углекислоту, известь, как более сильное основание, вытеснит аммиак из жидкости. Понятно, что его проводят тогда в новую порцию раствора поваренной соли, так что он циркулирует в производстве без перерыва.

После кипячения раствора хлористого аммония с известью остается, таким образом, окончательный побочный продукт—хлористый кальций, который теперь находится в растворе вместо хлористого аммония.

Хлористый аммоний + известь = хлористый кальций + аммиак.

Этот раствор или получающийся при выпаривании его твердый хлористый кальций (его не следует смешивать с хлорной известью) не имеет никакого применения, и хотя при сольвеевском способе получения соды на заводе скопляются массы этого отброса, но за негодностью их спускают сплошь в реку.

Таким образом вы, может быть, сами заметили, что при этом способе производства содержащийся в поваренной соли хлор остается без применения и выбрасывается в виде хлористого кальция. Наоборот, по леблановскому способу, хлор утилизируется или в виде соляной кислоты, или в виде хлорной извести, из которых каждое вещество представляет значительную рыночную ценность.

В настоящее время от леблановского способа осталась только первоначальная стадия; имеются заводы, обрабатывающие поваренную соль серной кислотой для получения соляной кислоты. Но образующийся одновременно сернокислый натрий они уже не перерабатывают на соду, а продают его на стеклянные заводы, которые применяют его для производства стекла (см. десятую лекцию).

Прибавим к этому еще следующее. В одной из следующих лекций мы обстоятельно разберем вопрос о свойстве электрического тока разлагать вещества на составляющие их элементы. Поэтому в настоящее время в тех местах, где можно иметь дешевое электричество на счет силы движущейся воды, можно подумывать о прямом выделении с его помощью хлора из поваренной соли или из хлористого калия, добываемого в Стасфурте в громадных количествах (см. стр. 45). При этом одновременно получают натрий и калий в виде весьма ценных соединений едкого натра и едкого кали. С применением этих едких щелочей мы уже познакомились в бумажном производстве и еще раз вернемся к ним при знакомстве с мыловарением.

С 1914 г. и по сольвеевскому способу, при помощи электричества, стал добываться хлор, так что этот способ сравнялся с леблановским. Производство ведется следующим образом. Поваренная соль электрическим током разлагается на газообразный хлор и едкий натр. Затем с раствором едкого натра вываривается уже упомянутый выше хло-

ристый аммоний (а не известь, как прежде). Таким образом снова получается для фабрикации аммиачный газ, но вместо прежнего отброса—раствора хлористого кальция, спускавшегося в реку, образуется искусственный раствор хлористого натрия; его снова разлагают с помощью электричества, после чего получается снова хлор и едкий натр, вновь дающий аммиачный газ. Полученный электролизом (разложением с помощью электричества) хлорный газ и в этом случае или обращается в жидкость и идет в продажу в покрытых свинцом бутылках, или продается в виде хлористой извести.

Таким образом замена прежнего поташа содой дала толчок возникновению совершенно новой отрасли химической промышленности. Скоро эта последняя стала изготовлять в массовом количестве и другие химические продукты, спрос на которые был вызван начавшимся с 1870 г. развитием английской хлопчатобумажной промышленности, требовавшей для себя красильных и белильных веществ и вообще самых разнородных химических продуктов.

Хотя потребление соды очень велико и она вытеснила поташ из многих отраслей промышленности, тем не менее спрос на последний достаточно велик. Большею частью он получается из древесной золы, громадные количества которой доставляются последнее время Кавказом, но с половины прошлого столетия найдено два новых источника для получения поташа: патока (мелясса) и овечий пот.

Патока представляет собою последний маточный раствор при сахарном производстве (см. стр. 73), из которого в настоящее время научились добывать остающийся в нем сахар. Кроме того, теперь, как и раньше, значительные ее количества перерабатываются на спирт брожением сахара или прямо скармливаются скоту. По отгонке спирта из перебродившей патоки остается также барда (см. стр. 100), но не имеющая уже питательного значения, так как в ней содержатся только одни соли, извлеченные первоначально водой из свекловичного корня. Так как эти соли были извлечены свеклой из почвы, то в них содержится много калиевых солей; по выпаривании этой барды до суха и прокаливании ее получается остаток, называемый бардяным углем; вода легко выщелачивает из него поташ.

Еще более оригинальным исходным материалом является *овечий пот*. На фабриках, занимающихся мойкой шерсти, экспортируе-

мой, например, в громадных количествах из Австралии, Африки и Южной Америки в Европу, получают мочные воды с большим содержанием овечьего пота; так как этот последний весьма богат калийными солями, то при выпаривании до-суха мочных вод и прокаливании остатка получается уголь с большим содержанием поташа, который можно пустить на обработку для получения последнего.

При мыловарении, к которому мы теперь переходим, не применяются прямо ни поташ, т.-е. углекислый калий, ни сода, т.-е. углекислый натрий: мыло получается из жиров, а эти соли не действуют на жиры. Поэтому их предварительно переводят в едкие щелочи—едкий кали или едкий натр.

Перевод этот совершается следующим образом ¹⁾.

На стр. 161 было разъяснено, что встречающийся весьма часто в природе известняк, т.-е. углекислая известь или углекислый кальций, при прокаливании распадается на угольную кислоту и едкую известь. Совершенно естественно являющаяся мысль разложить путем такого же прокалывания углекислый калий на углекислоту и едкое кали или углекислый натрий на углекислоту и едкий натр на опыте не оправдывается. Разложение это не идет, так как, очевидно, оба эти вещества вполне выдерживают высокую температуру, не распадаясь на составные части—углекислоту с одной стороны и едкое кали или едкий натр—с другой.

Но, в противоположность углекислой извести, нерастворимой в воде, как сода, так и поташ хорошо растворимы в последней. Если теперь к растворам этих веществ прибавить жженой извести, то последняя отнимает у них углекислоту, соединяясь с ней на холоду и образуя опять углекислую известь, т.-е. переходя опять в то соединение, из которого она образовалась при обжигании в известковой печи. Так как углекислая известь совершенно нерастворима в воде и, следовательно, садится на дно сосуда, то с нее можно легко слить находящийся над ней раствор, не содержащий уже углекислоты, так как вся она вошла в соединение с известью. Таким образом, если в растворе находился углекислый калий, то по обработке его известью

¹⁾ Впрочем, едкий кали, как мы только что видели, можно получать и прямо, электролитическим путем

в растворе окажется едкое кали, а если был углекислый натрий, то получится едкий натр.

Следующие уравнения передают вкратце сущность явлений:

Углекислый калий + едкая известь = едкое кали + углекислая известь.

Углекислый натрий + едкая известь = едкий натр + углекислая известь.

Это и будет так называемый щелок мыловаров. Если кипятить с ним жиры, о которых мы знаем уже (см. стр. 20), что они представляют собою жирнокислый глицерин, то последний распадается по следующим уравнениям:

Жирнокислый глицерин + едкое кали = жирнокислый калий + глицерин
(жир) (жидкое мыло).

Жирнокислый глицерин + едкий натр = жирнокислый натрий + глицерин
(жир) (обыкновенное мыло).

Следовательно, *мыло* и есть жирнокислая щелочь.

Уже Плиний Старший ¹⁾ упоминает о том, что в Германии при кипячении золы с жиром приготавливали мазь или пластырь, но применение этого продукта для стирки началось только со II столетия по Р. Х.; надо, впрочем, заметить, что как в этот период, так и долго потом продукт этот употреблялся больше как лекарство. Затем известно, что в Марсели около 1000 г. процветало мыловарение, которое встретило себе конкурента в венецианском мыле только с XV столетия. С этого времени искусство мыловарения постепенно распространилось по всему миру.

Так как мыловары не имели никакого представления о химических процессах, имеющих место в их производстве, то оно и оставалось грубо-эмпирическим производством, пока в начале XIX столетия французский химик Шеврель не разъяснил природу жиров и составил их из жирных кислот и глицерина. Это открытие пролило свет и на производство мыла, и когда начали применять дешевую соду, вместо дорогого поташа, то мыло стали добывать в таких количествах и столь дешевое, что оно оказалось доступным для каждого бедного человека.

Действие мыла основывается на том, что его водные растворы обладают большой способностью смачивать предметы и легко вовлекать в себя находящиеся на них частицы грязи, плотно их охватывать

¹⁾ Римский писатель (23—79) и ученый, погиб при извержении вулкана Везувия.

и удалять при мытье. Благодаря легко наступающему между жиром и мыльным раствором образованию эмульсий, все жирные загрязнения с помощью мыла легко удаляются с тканей.

В прежнее время при мыловарении употребляли только животные жиры и оливковое масло, благодаря чему это производство имело до некоторой степени ограниченные размеры; но с расширением торговли на рынке стали появляться новые жиры и масла из разных стран света. Они точно также представляли собою материал для мыловарения, который, впрочем, требовал особенной обработки, смотря по роду масла, и вообще возбуждал деятельность мыловара, желавшего выдержать конкуренцию с другими более или менее деятельными соперниками по производству.

Кроме указанных выше случаев, многие производства доставляют жир, как побочный продукт; таков, например, костяной жир.

Мы уже говорили выше (см. стр. 42) об обработке костей. Для той цели, для которой они обрабатывались, жир представлялся совершенно излишним веществом; поэтому его сперва извлекали из костей, а затем уже подвергали их соответственной обработке. Прежде извлечение это производили сильным кипячением костей с водою, при чем выделяющийся из них жир всплывал на поверхность воды. Способ этот довольно несовершенен, и в настоящее время жир извлекают из предварительно раздробленных костей в особых аппаратах с помощью бензина, который выщелачивает из костей весь жир; содержание же жира в костях доходит до 10%.

Большая разница, замечаемая при обработке жиров едким кали или едким натром, зависит от того, что калиевые мыла являются «жидкими», тогда как натриевые мыла—твердые.

Для получения жидкого мыла берут самые дешевые жиры, как ворвань, конопляное и льняное масло, а с 1910 г. также и масло из бобов, дающих сою, и варят их в железном котле с калиевым щелоком. Когда действие щелока завершилось, то содержимое котла принимает клеевидный характер, и в общем жидкое мыло уже готово. Оно состоит из жирнокислого калия (это и есть самое мыло), глицерина, оставшегося по разложению жира, и воды из калиевого щелока. Полученное таким образом мыло никогда не высыхает на воздухе и остается жидким. Его еще можно «наполнить», т.-е. прибавить ряд примесей, не изменяя совершенно его внешнего вида. Так, например, в него вливают растворимое стекло (представляющее, как это мы скоро

Но и натровые мыла можно «наполнять», как и жидкие; если полученный по обмыливания жира мыльный клей прокипятить еще некоторое время с водой, то по охлаждении он застывает в твердую массу, не выделяя нижнего маточного щелока; полученный при этом продукт называется *лощенным мылом* и содержит до 50% воды.

Сильно же наполненные натриевые мыла получаются только при помощи *кокосового масла*.

В тропических местностях, богатых лесами кокосовых пальм, из плодов последних извлекают белое мясо, высушивают его и пересылают в Европу под названием *копры*. Здесь уже из нее выделяют масло, содержание которого в ней по весу доходит до 68%; масло это плавится при 21°, так что при обыкновенной температуре оно сравнительно твердо; называется оно кокосовым маслом.

Одно время из него пробовали получить суррогат коровьего масла. Для этого в расплавленное масло проводили пар для удаления легко летучих веществ и одновременно взбалтывали с раствором соды, при чем находившиеся в масле свободные жирные кислоты переходили в раствор соды в виде жирнокислого натрия. Если снять с раствора расплавленное масло, то оно при охлаждении застывает в массу, напоминающую коровье масло, и уже лишено прогорклого вкуса. В продаже оно встречается под названием *пальмина* и т. д.

Благодаря не совсем приятному запаху, присущему кокосовому маслу, его обыкновенно пускают в мыловарение не чистым, а с примесью других жиров, так, например, на одну часть кокосового масла берут две части пальмового и немного сала.

Пальмовое масло добывается из масляной пальмы, обильно произрастающей на западном берегу Африки и в центральной Америке. Содержится оно как в мясе плода, так и в косточках. Из мяса местные жители сами вываривают масло; косточки же, заметим—весьма твердые, пересылаются в Европу на переработку путем прессования. При этом из них получается около 40% масла пальмовых косточек и пальмовые жмыхи, представляющие прекрасное кормовое средство, в особенности для молочного скота (см. стр. 58).

Кокосовое масло необыкновенно легко обмыливается и сохраняет это свойство в смесях с другими жирами. Если его нагреть до 40° Цельсия и тщательно перемешать с едким натриевым щелоком с небольшой примесью соды, то быстро происходит полное омыление; по охлаждении получается готовое твердое мыло, благодаря свойству коко-

сового масла давать легко наполняемые водой мыла; так как вся вода щелока входит в состав твердого мыла, то из 100 частей масла можно получить от 300 до 600 частей мыла, т.-е. вдвое или вчетверо более того выхода ядрового мыла, который можно получить из сала.

Упомянем еще о *смоляном мыле*, имеющем довольно широкое применение. Чисто смоляное мыло, как оно получается при кипячении смолы (главным образом колофония) с едким щелоком, не применяется в обыденной жизни, как мыло, вследствие своих плохих качеств; главное его применение—это в бумажном производстве, как проклеивающего материала. Но при получении мыла из сала или пальмового масла можно прибавить во время производства к кипящему мыльному клею (до половины веса жира) смолы, при чем получается очень порядочное и весьма спрашиваемое жирно-смоляное мыло.

Таким образом при кипячении жира или масла с калийным или натровым щелоком получаются собственно мыла. Но нам известно, что есть еще другие щелочи или основания, которые, очевидно, должны, в свою очередь, давать аналогичные мылу соединения с жирными кислотами.

Конечно, прежде всего должна обратить на себя наше внимание в этом отношении гашеная известь, одно из наиболее сильных оснований, которая, как этого и можно было ожидать, дает жирнокислую известь: но последняя значительно отличается от обыкновенного мыла; она совсем нерастворима в воде, почему вода, содержащая ее, не есть собственно мыльная вода, ибо она не пенится.

Эта жирнокислая известь в практической жизни является весьма нежелательным веществом. Благодаря своей нерастворимости, она сейчас же, в момент своего образования, выделяется в виде осадка; поэтому если мы растворили в обыкновенной воде немного мыла, т.-е. жирнокислого натрия или калия, то обыкновенно сейчас же образуется жирнокислая известь, так как во всякой воде, кроме дистиллированной, всегда содержится большее или меньшее количество извести. Благодаря этому, при растворении мыла в обыкновенной воде известь последней всегда связывает некоторое количество жирной кислоты мыла, теряющееся таким образом даром и не принимающее участия в процессе очищения предметов.

Чем более извести содержит вода, тем более образуется жирнокислой извести и тратится даром мыла. Только по осаждении всей извести в виде жирнокислого соединения вода может, растворив мыло,

пениться и принимает те очищающие свойства, которые мы наблюдаем в мыльной воде.

В обыкновенной жизни поэтому различают *мягкую* и *жесткую* воду. Мягкая вода, как, например, речная, бедна известью и начинает пениться уже от небольшого количества мыла, тогда как жесткая вода, как, например, родниковая, колодезная, часто весьма богатая известью, требует значительной затраты мыла на образование жирнокислой извести прежде, чем начнет пениться. В больших прачечных заведениях поэтому прибавляют немного соды к воде, идущей на стирку; сода осаждает известь в виде углекислой извести, которая уже не действует на мыло. Поэтому при дальнейшей стирке мыло совершенно не тратится на образование жирнокислой извести. Сбережение мыла при сильно известковой воде может достигать до 20% и более.

В то время как соединения жирных кислот с известью не имеют прямого практического применения, другое соединение, получающееся при кипячении жиров с окисью свинца вместо щелочи, т.-е. *свинцовое мыло* или жирнокислый свинец, имеет широкое употребление, как *пластырь*. Под пластырем мы подразумеваем массу, более тягучую и твердую, чем мазь, но, подобно последней, предназначенную служить наружным лечебным средством. На практике применяется как чистое свинцовое мыло, так и смесь его с самыми разнообразными веществами. Так, например, немецкий пластырь представляет собой намазанную на полотно смесь следующего приготовления: 500 частей нагретого до 60—80° свинцового мыла смешаны с 50 частями воска, 50 частями расплавленной даммаровой ¹⁾ смолы и колофония и 5 частями скипидара.

Заметим кстати, что английский пластырь имеет совершенно другой состав. Его готовят, намазывая на растянутую в рамки тафту раствор наилучшего клея в разбавленном спирте. Намазывание это повторяется до тех пор, пока смоченная водой ткань не станет хорошо приставать к руке. Его обыкновенно слегка парфюмируют раствором бензойной смолы и т. п. веществами.

¹⁾ Даммара—дерево, дающее прозрачную смолу. Даммара встречается на Малайском архипелаге, Филиппинах, с. Австралии и Н. Зеландии.

Лекция десятая.

Стекло.—Зеркала.—Калиевое и натриевое стекло.—Стразы.—Рубиновое стекло.—Молочное стекло.—Глина.—Кирпичная глина.—Кирпичи.—Известковый раствор.—Кирпичи из песку и извести.—Цементы.—Глазурь.—Горшечный товар.—Каменный товар.—Майолика.—Фарфор.—Фотография.—Адский камень.—Хлористое, бромистое и иодистое серебро.—Дагерротипия.—Проявление негатива.—Тальботипия.—Альбуминный способ.—Мокрый коллодиевый способ.—Сухие пластинки с эмульсией из бромистого серебра.—Платинотипия.—Фотография спектра.—Красный свет.—Ретушь.—Цветочувствительные пластинки.—Цветная фотография.—Хроможелатинный способ.—Пигментное печатание.—Рентгеновские лучи.

Рассматривая производство мыла, мы познакомились с *растворимым стеклом*—кремнекислым натрием, который представляет легко растворимую в воде соль и служит для наполнения мыла. Эта соль, а также кремнекислый калий представляют единственные соединения кремневой кислоты, растворимые в воде. Но и они теряют свою способность растворяться в воде, если подверглись сплавлению с другими кремнекислыми солями.

Так, например, если сплавить песок, представляющий собою кремнекислоту, с едким кали и с известью, то полученный сплав представляет как бы смесь кремнекислого калия с кремнекислой известью, вполне нерастворимую в воде. Если он приготовлен по известным правилам и ему придана та или другая форма, требуемая практикой, то мы называем его *стеклом*.

На практике уже давно применяли для производства стекла песок (кремнекислота), который сплавливали с поташем и углекислой известью (мелом), доставлявшими необходимые для образования стекла калий и известь. В жару плавильных печей кремнекислота, являясь более сильной в химическом отношении кислотой, вытесняет углекислоту из обоих соединений. По удалении углекислоты в газообразном виде, сплав представляет собою смесь кремнекислого калия и кремнекислой извести и по охлаждении дает стекло.

Кремнекислота + углекислый калий = кремнекислый калий + углекислота.

Кремнекислота + углекислая известь = кремнекисл. известь + углекислота.

Так как кремнекислые соли называются в химии *силикатами*, то стекло есть сплавленная смесь многих силикатов.

Такое определение стекла дает нам право предполагать, что для образования стекла не так уж безусловно необходимы кремнекислота, поташ и углекислая известь, и, действительно, при получении разных сортов стекла часто заменяют то ту, то другую составную часть, вполне или отчасти, или другой кислотой или другим основанием, но, конечно, такими, которые оказались пригодными для производства. С важнейшими из них мы и познакомимся.

Материалы, употребляемые для производства стекла, требуют высокой температуры для своего сплавления. Одного этого указания достаточно, чтобы отнести к области басен рассказ Плиния об изобретении стекла. По Плинию, финикийские купцы разложили огонь под сосудом в очаге, устроенном из кусков «соды»¹⁾; когда сода от жара расплавилась, то, смешавшись с песком, т.-е. кремнекислотой почвы и другими веществами, она образовала стекло. Но для сплавления стекла совершенно недостаточно такого огня, какой описан у Плиния, и если стекло и известно с давних времен, как это показывают раскопки, то этому нечего удивляться, так как, выплавляя металлы, люди уже давно научились получать высокие температуры.

В древности стекло было очень дорого. Наиболее знаменитые фабрики его в средние века находились в Мурано около Венеции. В настоящее время стекло выделывается во всех странах, где заработная плата не особенно высока.

Мы совершенно привыкли к употреблению оконных стекол и не имеем никакого другого материала для замены их; но раньше дело стояло иначе, и, благодаря высокой цене на стекло, его только постепенно стали применять для окон. Ни в одном древне-греческом или древне-римском доме мы не встречаем оконных стекол, точно так же, как во дворцах Карла Великого и Вильгельма Завоевателя. В X столетии их начали вводить в церквах, а с XIV в частных домах богачей, но еще много столетий прошло, пока они вытеснили натянутый пузырь, промасленную бумагу и деревянные ставни.

Итак, для производства стекла требуется *кремнекислота*. Для этого берется или песок, состоящий, главным образом, из кремнекислоты, или *кварц* (точно также кремнекислота, только в кристалли-

¹⁾ Так перевели это слово филологи, но можно сказать с уверенностью, что Плиний не имел никакого представления о нашей теперешней соде.

ческом состоянии). Чем чище эти материалы, тем лучшего качества получается стекло. В особенности нежелательна в них примесь *железа*, так как образующееся при выплавке стекла кремнекислородное железо окрашено в очень темный цвет, наблюдаемый нами в дешевых сортах стекла, как, например, в винных бутылках. В прежнее время и оконное стекло обладало зеленоватым цветом, так как трудно было найти вполне свободный от железа песок. В настоящее время, благодаря развитию путей сообщения, хороший песок перевозится иногда на большие расстояния для стеклянных заводов.

В весьма редких случаях часть кремнекислоты в стекле заменяют более дорогой *борной кислотой*, присутствие которой сообщает стеклу сильный блеск и делает его весьма удобным для многих оптических целей.

Так как обыкновенное стекло должно непременно содержать калий или натрий и так как в прежнее время техника могла располагать только калием в форме поташа, то поэтому прежнее стекло было исключительно калиевым. Вследствие необходимости поташа для стеклоделия, стеклянные заводы, в особенности в Германии, устраивались обыкновенно в лесах. Леса доставляли необходимый горючий материал для плавильных печей, а остающаяся древесная зола (см. стр. 45) употреблялась на приготовление поташа, который, следовательно, применялся тут же на заводе для получения стекла.

На смену поташа скоро появилась сода, но для получения стекла стал применяться еще более дешевый материал—сернокислый натрий. Для производства соды по Леблану поваренная соль сначала переводится в сернокислый натрий, а из последнего получается сода. Между тем при выплавке стекла можно вместо соды применить сернокислый натрий, не подвергая его дальнейшей переработке, а прибавляя только уголь ¹⁾. Из него и из песку образуется таким образом кремнекислый натрий.

¹⁾ Сущность происходящего при этом процесса состоит в следующем. Уголь, прибавленный к смеси песка и сернокислого натрия, действует на последний при высокой температуре плавильной печи. Он сгорает на счет кислорода сернокислого натрия в газообразную окись углерода, сейчас же удаляющуюся. Если же у серной кислоты отнять кислород, то она переходит, в свою очередь, в сернистую кислоту (см. обратный процесс стр. 164), а так как последняя газообразна, то она также улетучивается вся из сплавленной массы стекла. Таким образом, хотя на изготовление стекла и идет сернокислый натрий, но в готовом стекле серы почти совершенно не содержится.

Углекислая известь употребляется обыкновенно в виде *мела*, так как последний может быть легко найден без примеси железа, и тогда он представляет собой почти химически чистую углекислую известь.

Вместо извести, как мы уже сказали, можно применять в стеклоделии целый ряд других оснований; в особенности употребительна *окись свинца*. Кроме того, на стеклянных заводах переплавляют старое стекло, почему и приобретают большие количества стеклянного боя.

Сырые материалы, тщательно перемешанные между собою с помощью машин, засыпают затем в большие так называемые ванны, находящиеся в печах, и там подвергают плавлению. Стеклоплавильные печи устраиваются так, чтобы при наименьшем расходе на топливо получалась наивысшая температура; с этою целью они большею частью устраиваются по системе газовых регенераторных топок, с устройством которых мы познакомимся, говоря о металлургии железа.

Когда стекло окончательно расплавлено, рабочий забирает с помощью длинной трубки некоторое количество стекла, которому с помощью выдувания и придает самые разнообразные формы. Если приготовляемый предмет очень сложный, то на подмогу становится и второй рабочий. Трубка, употребляемая стеклоделами, металлическая, но по середине на нее надета деревянная муфта, чтобы дать возможность держать рукой трубку, даже когда она накалится во время работы. Обыкновенные бутылки в настоящее время получают с помощью форм. Только что изготовленный горячий стеклянный товар поступает затем в калильную печь (*каленицу*), в которой он постепенно в течение нескольких дней остывает; не будь этого, стекло получится такое хрупкое, что его нельзя будет применять на практике. Заметим, кстати, что наши оконные стекла приготовляются подобным же путем. Рабочий выдувает, по возможности, длинный большой цилиндр, который затем по длине разрезывает ножницами; так как в этот момент стекло очень мягко, то его можно разровнять в лист; затем лист этот поступает в калильную печь, из которой он выходит в виде готового оконного стекла.

Весьма важным открытием, сделанным в XVII столетии, было литье стекла: расплавленное стекло выливали на большие металлические столы, снабженные по краям невысоким рантом. При шлифовании вылитых таким образом больших стеклянных пластин полу-

чаются те громадные зеркальные стекла, которые мы видим в окнах магазинов. Так как им можно придавать какую угодно толщину, то из них, между прочим, выделяются те толстые стеклянные плитки, которыми иногда вымощивают полы, с целью пропускать свет в нижний этаж, при чем, конечно, их уже не шлифуют.

Такие стеклянные пластины служат для приготовления стеклянных зеркал, которые давно уже вытеснили из употребления металлические зеркала. До изобретения первых, в качестве зеркал употреблялись хорошо отполированные листы серебра или же сплава из 2-х частей меди и одной части олова. Такие зеркала были очень неудобны вследствие свойства металлов подвергаться на воздухе изменению. Так, например, серебро очень легко чернеет от действия небольших количеств сероводородного газа, могущего содержаться в воздухе. Совсем другое дело стеклянные зеркала, отражательная поверхность которых вполне защищена от всяких внешних влияний толстым слоем стекла.

Чтобы превратить стеклянную пластинку в зеркало, на одну сторону ее накладывают тонкий оловянный лист, фольгу, и обливают его ртутью; последняя растворяет олово или образует, как говорят, *амальгаму*, необыкновенно прочно пристающую к стеклу и, кроме того, дающую прекрасную зеркальную поверхность. При осторожном наклонении стеклянного листа, который был первоначально положен совершенно горизонтально, излишек ртути постепенно стекает; на это требуется иногда до 4-х недель времени, после чего зеркало совершенно готово.

Такой способ приготовления зеркал дает превосходные результаты, но в нем есть одна дурная сторона—ущерб, причиняемый здоровью рабочих, которые подвергаются во время работы постоянному действию ртутных паров. Действительно, ртуть даже при комнатной температуре испаряется подобно воде, хотя в гораздо меньшей степени.

При описанном способе производства зеркал отражательная поверхность образуется оловянной амальгамой, но химикам давно уже был известен другой способ нанесения на стекло не ртутной, а серебряной поверхности. В Англии впервые предложено было применить этот способ к фабричному производству зеркал.

Не имея возможности подробно разъяснить сложные химические процессы этого способа, скажем только, что можно приготовить такие

растворы серебра, из которых металл легко будет выделяться по прибавлении к ним особых веществ.

Если выбрать подходящие вещества, то металл не выделится быстро в виде порошка, а постепенно покроет великолепным зеркальным налетом стенки сосуда, в котором происходит медленное выделение его. Для того, чтобы посеребрить таким путем одну сторону стеклянного листа, на нее наливают соответственным образом приготовленный раствор, и по истечении некоторого времени она оказывается посеребренной. Так как серебро представляет собою самый белый металл, то посеребренные зеркала оказываются более светлыми, чем ртутные. Производство их, как это можно усмотреть из вышесказанного, вполне безопасно для рабочих, благодаря отсутствию ядовитых паров ртути. Применение серебра не повышает также их стоимости, что будет понятно из следующего расчета: для получения одного квадратного метра зеркала идет всего около $2\frac{1}{2}$ граммов серебра.

Калиевые стекла вообще являются более тугоплавкими, чем *натриевые*; поэтому предметы из калиевого стекла готовятся, главным образом, для химиков и физиков.

В последнее время в приготовлении стеклянных сосудов, столь часто употребляемых в химических лабораториях, сделаны необыкновенные успехи, основанные на тщательнейшем изучении химических и физических свойств стекла. Стеклянные химические сосуды должны быть сделаны из тонкого стекла, чтобы их можно было быстро и равномерно нагревать, и в руках опытного химика, привыкшего обращаться с ними, они являются довольно прочными и редко трескаются. Тогда как раньше, до 1895 года, нагревание стеклянных сосудов должно было производиться всегда очень осторожно, в настоящее время готовят такой сорт стеклянной посуды, в которой можно, например, нагреть какую-нибудь жидкость до $180\text{—}200^\circ$ и затем опустить в холодную воду без всякого ущерба для посуды; о подобном успехе в стеклоделии несколько лет тому назад нельзя было и помыслить.

Но интерес этого открытия вполне померк перед новым видом посуды—кварцевой, которую стали изготовлять, начиная с 1902 года. В этом году удалось расплавить в пламени электрической вольтовой дуги кварц в подвижную жидкость, которую затем можно было перерабатывать на изделия, как и расплавленное стекло. Такая кварцевая посуда, по внешности ничем не отличающаяся от обыкновенной стеклянной посуды и только очень дорогая вследствие трудности

ее изготовления, совершенно нечувствительна к температурным влияниям. Сосуд из кварцевого стекла можно раскалить и затем немедленно погрузить его в холодную воду без какого бы то ни было для него вреда.

Более легкоплавкое стекло, к которому мы переходим от тугоплавкого, готовится путем замены большей части извести окисью свинца. Подобное стекло подвергается очень легко обработке, и путем прессования можно получать разнообразно отделанные тарелки, блюда, разные мелкие поделки, столь часто употребляемые в домашнем обиходе. Конечно, прессованные стекла никогда не показывают острых краев, замечаемых у шлифованных предметов, но зато и цена их гораздо ниже, вследствие сравнительной дороговизны шлифования.

Если совсем не брать извести, а сплавить стекло из кремнекислоты, поташа и окиси свинца, т.-е. приготовить двойной силикат кремнекислого калия и кремнекислого свинца, то мы получим *страз*—стеклянную массу с таким сильным блеском, что она годится для подделок драгоценных камней. Если такие искусственные драгоценные камни хорошо отшлифованы и отполированы, то по наружному виду их совершенно нельзя отличить от естественных. Разница же между ними состоит в том, что при частом употреблении искусственные камни покрываются рядом царапин, благодаря мягкости свинцового стекла, что составляет прямую противоположность поразительной твердости настоящих драгоценных камней.

Чтобы получить различные виды драгоценных камней, *страз* окрашивают в тот или другой цвет. Окраска стекол производится путем прибавления соответственных веществ к расплавленной стеклянной массе; так, например, по прибавлении кобальта (см. стр. 146) стекло окрашивается в синий цвет. Наиболее красивое цветное стекло есть, так называемое, рубиновое стекло, для приготовления которого к расплавленной массе прибавляют одно из соединений золота, так называемый Касснев пурпур. Такое стекло, превосходного красного цвета, изготавливается исключительно для дорогих сервизов и тому подобных предметов. Количество золота, необходимое для окрашивания стекла в такой цвет, впрочем, довольно ничтожно.

В только-что описанном случае мы имели дело с подражанием драгоценным камням, не имеющим особой цены. Но, само собою разумеется, химики уже давно мечтали об искусственном изготовлении

настоящих драгоценных камней. По отношению к рубину это вполне удалось в 1902 г. Вернейлю. Анализ рубина показывает, что он состоит из чистого глинозема, слегка окрашенного окисью хрома. Чистый глинозем весьма трудно поддается плавке. Для получения рубина пламя ацетиленово-кислородной горелки проводят в маленький ящичек, с находящимся в нем шариком глинозема, на который сверху через решето падает в очень небольших количествах смесь глинозема и окиси хрома. Получается столбик, быстро растущий в ширину; эту расплавленную массу можно довести до веса в 50 каратов (10 граммов). До 5 каратов искусственный и естественный рубин нельзя бывает отличить по внешнему виду, и это можно сделать лишь при помощи микроскопа. Но с увеличением размеров естественный рубин выигрывает в красоте, искусственный же становится грубым, что бросается в глаза даже не специалисту. С 1910 г. в продаже имеется также искусственный сапфир, а за ним и другие камни, ничем по виду не отличающиеся от естественных. Несмотря на громадное количество изготавливаемых теперь искусственных драгоценных камней, они все же находят себе сбыт, так как идут не только на украшения, но, благодаря своей необыкновенной твердости, применяются также в часовом производстве и в электротехнике.

Упомянем еще в заключение о молочном стекле. Его получают, прибавляя к стеклянной массе фосфорнокислую известь или, что почти все равно, костяную золу (см. стр. 42). В сильном жару получается прозрачный сплав, который перерабатывают как и всякое другое стекло. Но при охлаждении фосфорнокислая известь выделяется обратно из сплава и придает непрозрачность изготовленному из такого стекла предмету. Совершенно подобно фосфорнокислой извести действуют и другие вещества, как, например, минерал *криолит*, встречающийся только в Гренландии. Этот минерал представляет соединение глинозема и натрия со фтором и совсем не содержит железа. Молочное стекло, полученное при помощи криолита, в особенности применяется для изготовления колпаков для ламп, так как через такое стекло не видно пламени; стекло же, приготовленное по старому способу, всегда просвечивает от пламени кроваво-красным светом.

Перейдем теперь к глиняным изделиям.

Во многих местах в толще земной коры мы встречаем землистые породы, которые при замешивании с водой дают тягучую массу, способную подвергаться мятью и формованию. Такие породы называются *глиной*, и, смотря по примесям, содержащимся в ней, изменяется как применение, так и название ее.

Чаще всего встречаем мы *кирпичную глину*, т.-е. глину, содержащую достаточно песку и окрашенную окисью железа в желто-бурый цвет. Если приготовить из нее длинные с прямоугольным сечением куски, то это и будут кирпичи. Высушенные на воздухе, они будут весьма непрочны и могут размякнуть от первого дождя. Тем не менее, такие кирпичи часто применяются для заполнения промежутков между стенами. Только по обжигании кирпич становится прочным и походит на камень. Раньше кирпичи обжигали, складывая из них кучи вперемешку с деревом, торфом или каменным углем, и кучи эти покрывали сверху слоем глины. По зажигании топлива внутри кучи развивался довольно сильный жар, и кирпичи подвергались обжиганию. Главное назначение обжигания—вызвать спекание кирпича: легкоплавкие части глины при высоком жаре почти плавятся и как бы склеивают неплавкие части кирпича вместе; по охлаждении тогда получаются вполне твердые кирпичи. Так как соединение железа, находящееся в глине, переходит при обжигании в окись железа красного цвета, то это и придает готовым кирпичам общеизвестную окраску. В настоящее время кирпичи обжигают в так называемых кольцевых печах, которые дают возможность более полного использования горючего материала.

Затронем здесь, кстати, вопрос о *воздушном цементе* и о кирпичах из песку и извести, так как позже не представится случая вернуться к нему. Воздушный цемент (известковый раствор), употребляемый при кирпичных постройках, есть смесь гашеной извести с песком.

Мы уже знаем (см. стр. 161), что при прокаливании известняка он распадается на составные части—известь и углекислоту. Известь обладает твердостью, мало уступающей необожженному известняку, но при смешении с водой она совсем изменяется и вполне распадается, как бы она ни была тверда в сухом состоянии. Получающаяся при этом действии воды на жженую известь гашеная известь легко подвергается теперь растиранию с водой в густую массу, которая по смешении

с песком и представляет собой обыкновенный воздушный цемент или, как говорят, *раствор*.

Слой его, положенный между кирпичами, постепенно вполне затвердевает, так как известь, соединяясь с углекислотой воздуха, переходит в углекислую известь. Этим обстоятельством также объясняется обычай ставить в новых постройках жаровни с коксом, дающие большие количества углекислоты, потребной для вышеупомянутого процесса. В течение же ряда следующих лет в цементе происходит и другой, еще более медленный процесс: песок, который состоит исключительно из кремнекислоты, вступает в соединение с известью и образует кремнекислую известь, отличающуюся необыкновенной твердостью, чем и объясняется прочность древних кирпичных кладок. Не древние люди, а сама древность приготовила столь твердый цемент.

Явление это было известно давно, но только в 1896 году нашли возможным применить его к практическим целям. Как мы уже сказали, кремнекислая известь обладает большой твердостью, но образование ее в «растворе» при обыкновенной температуре идет очень медленно. Если же смесь гашеной извести с песком нагревать, то образование ее идет гораздо быстрее. На этом и основано, возникшее в указанном году и в настоящее время сильно разросшееся, производство кирпичей из песка и извести. Для изготовления их смесь песка с известью формируют в кирпичи и затем в закрытом котле нагревают при температуре выше 100° . Получающиеся при этом кирпичи, почти белого цвета, по охлаждении оказываются такими твердыми и устойчивыми по отношению к воздуху, воде и морозу, что теперь при постройках они находят себе такое же применение, как и кирпичи из глины. Так как прогревание должно производиться в особых котлах вроде паровых, то производство таких кирпичей может быть выгодно только на больших заводах. Но, начиная с 1903 года, научились обходить и это неудобство, применяя вместо жженой извести *цемент* (см. далее). Должно заметить, что такие кирпичи из песка и цемента окончательно затвердевают не сразу, а после лежания на воздухе в течение нескольких недель, но это обстоятельство особенного значения не имеет.

Таким образом, в настоящее время каждый владелец земли, из которой можно копать песок, приобретя простую, специально для этой цели конструированную машину для формирования кирпичей, может

удовлетворять довольно легко свои потребности в кирпичах своими собственными силами.

Обыкновенный воздушный (известковый) цемент может затвердевать только на воздухе, так как для этого необходима углекислота воздуха, и потому подобный цемент не может применяться для подводных построек, так как в воде нет углекислоты, которая содержится в воздухе.

Если же сырой материал, подвергшийся обжиганию, содержит такие примеси, как, например, достаточное количество глины, т.-е. кремнекислоты и глинозема, то он обладает уже способностью затвердевать и под водой. Подобные вещества называются теперь цементами. В древности такие цементы были также известны; получили их, вероятно, случайно, заметив, что сильно-глинистые известняки по обжиганию способны давать подобный цемент. В настоящее время, когда потребность в цементе для подводных построек достигла громадных размеров, его готовят так, что перед обжиганием известняка к нему прибавляют соответственное количество глины; таким образом является возможным готовить большие количества цемента без помощи природных залежей глинистых известняков. При температуре в 1400° в печи жженая известь действует на глину, как сильная щелочь, причем получается цемент, который обыкновенно еще мелко размалывается.

Вторым материалом для производства цементов являются шлаки доменных печей (см. лекция 11-я). Анализ показывает, что эти шлаки отличаются по составу от цементов, главным образом, меньшим содержанием извести. Поэтому эти шлаки подвергают размалыванием тонкому измельчению, смешивают с известняком и прокаливают эту смесь до начала спекания. По размоле эта масса также оказывается цементом. Такое применение шлаков, ранее считавшихся ни на что негодными, началось с 1890 года, и оно представляет собой новый триумф техники по утилизации отбросов производства.

Обратимся теперь к вопросу о глине.

Главная составная часть всех глин есть, с химической точки зрения, *кремнекислый глинозем*. Обратим особенное внимание на то, что в чистом состоянии он не может быть расплавлен в печах; это обстоятельство весьма важно для понимания сущности изготовления глиняных изделий. При прибавлении же к чистой глине песку наряду с солями калия, известью и окисью железа, ее огнеупорность, т.-е.

способность, не плавясь, выдерживать высокую температуру, сильно понижается. Мы уже знаем, что при производстве стекла можно легко вместе сплавить кремнекислый калий с кремнекислой известью, а также с кремнекислым железом. Подобные примеси в кирпичной глине плавятся при обжигании и кирпич как бы спекается; полурасплавленные частицы стекла при охлаждении вновь застывают и обуславливают твердость и прочность кирпича.

Если же, наоборот, глина весьма бедна такими примесями, то она будет огнеупорна, и из такого материала, который довольно распространен по поверхности земли, готовят огнеупорные кирпичи, называемые также шамотом. Из подобных кирпичей выстраиваются такие заводские печи, в которых приходится получать более или менее высокую температуру.

Благодаря пластичности глины, из нее можно готовить не только такие простые вещи, как кирпичи, но и предметы самой разнообразной формы.

Подвергая глину формованию на вращающемся круге гончарного стола, можно легко получить различные сосуды, сечение которых представляет круг. Из исторических данных оказывается, что гончарный круг был известен многим народам с незапамятных времен; так, например, китайцам он был известен во времена, когда письменность еще не существовала.

При обжигании такого сосуда в печи мы получим его таким же пористым, как и кирпич. В виду малой пригодности таких предметов этим путем изготавливаются только цветочные горшки. Если налить в подобный сосуд жидкость, то она пропитает стенки его, даже, может быть, будет просачиваться; содержание в полной чистоте такого сосуда является делом вполне невозможным. Для устранения этих недостатков пористые сосуды подвергают *глазурованию*, т.-е. их покрывают слоем стекла.

Мы уже говорили раньше, что самое легкоплавкое стекло—это свинцовое. Самый дешевый способ глазурования горшков состоит в том, что берут какое-нибудь подходящее естественное соединение свинца, тонко перемалывают его с глиной и разбалтывают эту смесь с водой. Если облить такой жидкой смесью пористый сосуд, дать ему высохнуть и затем подвергнуть его обжиганию в печи, то при нагревании из кремнекислоты, глины и соединения свинца образуется свинцовое стекло, которое распределится тонким слоем по поверх-

ности сосуда; после этого сосуд уже не порист и готов для употребления после однократного обжигания. Для такой глазури употребляется обыкновенно сернистый свинец, месторождения которого довольно часто встречаются на земле. Надобно, впрочем, заметить, что покрытые такой глазурью сосуды не годятся для кухни, так как кислые кушанья, например, приготовленные с помощью уксуса, разъедают эту глазурь и растворяют свинец.

Последнее время был сделан целый ряд попыток изменить состав этих глазурей так, чтобы при обжигании глазурованного товара весь свинец образовал бы прочные химические соединения, не подвергающиеся разложению кислыми кушаньями, содержащими по существу довольно слабые кислоты, и в этом отношении безусловно достигнуты удачные результаты.

Гораздо более прочный материал, чем обыкновенный горшечный, представляет так называемый *каменный товар*. Для получения его применяют глину, которая при не особенно высокой температуре настолько спекается, что представляет твердую, совершенно непроницаемую для жидкости массу. Поэтому те дешевые серые или бурые кружки, в которых, например, сохраняется естественная сельтерская вода или ликеры, настолько непроницаемы для жидкости, что не нуждаются в наложении на них глазури.

Впрочем, иногда наносят глазурь и на каменный товар, но это исключительно с целью придать ему более красивый внешний вид.

Такое нанесение глазури производится весьма просто: когда печь, в которой обжигается посуда, нагрета уже до высокой степени, в пламя вбрасывают некоторое количество поваренной соли и закрывают на некоторое время все отверстия печи. Так как соль сравнительно легко летуча, то печь наполняется при этом ее парами. Но соль, как мы уже раньше указывали, состоит из хлора и натрия, и когда натрий приходит в соприкосновение на поверхности сосуда с кремнекислотой глины, то образуется немного кремнекислого натрия. Этот последний же с другими силикатами глины дает стекло. Таким образом, покрытие глазурью этого дешевого каменного товара производится простым вбрасыванием в огонь поваренной соли, и, следовательно, обжигание товара производится только один раз.

Возьмем для получения каменного товара очень чистую и по возможности не содержащую железа глину и подвергнем сосуд, сделанный из нее, обжиганию до спекания; тогда получится изделие, не-

проницаемое для воды, чистого белого цвета. Если на него навести вторичным обжиганием красивую белую глазурь, то получится настоящий каменный товар, обожженный дважды, в противоположность горшечному товару. По внешнему виду он почти не отличается от фарфора, к которому мы сейчас перейдем, но только не так прочен, как последний. Дело в том, что глазурь, наплавляемая на него при сравнительно низкой температуре, не может сравниться по доброте с глазурью фарфора: при употреблении такой посуды в дело, она покрывается рядом мелких трещин, которые, во-первых, с трудом подвергаются чистке, а во-вторых придают посуде некрасивый и неопрятный вид, что совершенно не годится для столовой посуды.

Такое свойство глазури объясняется тем, что температура обжигания ее на каменном товаре невысока (ради уменьшения ее расходов на горючий материал); кроме того, чтобы получить по возможности легкоплавкую глазурь, прибавляют еще буры и окиси свинца. При определенном составе смеси, окись свинца вступает в такие прочные соединения, что кислоты не действуют на них, а потому каменный товар может быть смело употребляем как кухонная посуда.

Обожженные уже изделия (каменный товар), но не покрытые еще глазурью, по выходе из печи оказываются совершенно прочными, благодаря полному спеканию массы. При втором обжигании их для наплавления глазури дальнейшего спекания не происходит, и прочность их несколько при этом не увеличивается в противоположность фарфору. С другой стороны, при вторичном обжигании каменного товара, нет той опасности, которой подвергаются фарфоровые изделия, а именно опасности размягчения, влекущего за собой изменение самой формы изделия. Поэтому на нижней поверхности изделий из каменного товара, положим, тарелки, мы обыкновенно встречаем три вдавленных в глазурь углубления в тех местах, где тарелка опиралась во время обжигания глазури на подставки; наоборот, поверхность нижнего ранта фарфоровой тарелки совершенно свободна от глазури, причины чего мы увидим на странице 197-й.

К каменному товару примыкает до некоторой степени *фаянс*, получивший свое название от имени итальянского города Фаэнса, где его впервые стали изготовлять. Почти то же самое представляет и *майолика*—название, напоминающее остров Майорку, на котором в свое время выделывалась масса такой посуды.

Для фаянса требуется весьма пластическая глина, так как изготовляемые из нее предметы, как, например, блюда, тарелки, весьма часто снабжаются различными рельефными украшениями. Полученные таким образом сосуды после сильного обжигания становятся довольно прочными. Благодаря огнеупорности фаянсовой глины, она мало подвергается спеканию, причем контуры фигур прекрасно сохраняются.

С другой стороны, мы уже знаем, что недостаточно спекшаяся глина является пористой, и потому все фаянсовые изделия должно покрывать глазурью, чтобы сделать их непроницаемыми для жидкостей.

Поэтому фаянс после первого обжигания покрывают глазурью и вторично обжигают в печи. Приготавливая глазурь так, чтобы она сплавилась в белое или окрашенное стекло, можно получить большое разнообразие эффектов. Что касается непрозрачной белой глазури, то она обыкновенно получается путем прибавления *оловянной кислоты* к обыкновенной глазури. Такие ценные фаянсовые изделия составляют в сущности предмет не промышленного производства, а искусства.

Перейдем теперь к самому высокому сорту глиняных изделий—*фарфору*. Последний обладает целым рядом свойств стекла, весьма ценных в практическом отношении, и у него они развиты, пожалуй, еще в более высокой степени. Он тверже стекла и лучше переносит изменения температуры, не подвергаясь растрескиванию. Зато его нельзя подвергать такой разнообразной обработке, как стекло; точно так же он не может быть прозрачным, а представляет белую, всегда просвечивающую массу.

Китайцы и японцы давно уже были знакомы с его приготовлением. В Европе же он был открыт саксонским химиком Бетхером в 1703 г. Сначала фарфор этот обладал бурым цветом, и только в 1710 г. Бетхеру удалось получить чисто-белую фарфоровую посуду, которая с тех пор готовится заводским путем в Мейсене. Мейсен—это городок, в котором Бетхер, по приказанию короля Августа II ¹⁾, сидел в заключении и должен был делать золото ²⁾.

Так как от фарфора требуется полная белизна и для проявления его высоких качеств он должен быть обжигаем при возможно высокой

¹⁾ Курфюрст саксонский и король польский.

²⁾ В то время думали, что золото можно приготовить искусственным путем.

температуре, то материалом для него должна служить глина, совершенно свободная от железа и всяких плавней (т.-е. увеличивающих ее плавкость веществ), чтобы вынести высокий жар обжигательных печей. Такая глина, называемая *каолином*, встречается не часто. Для очистки ее, ее отмучивают, т.-е. размешивают с большим количеством воды, причем по оставлении в покое этой массы тяжелые и грубые частицы примесей быстро падают на дно, тогда как тонкие частицы каолина плавают подвешенными в жидкости. Если эту мутную жидкость слить с осадка и оставить стоять во втором сосуде, то из нее постепенно отседет чистая глина.

Такая глина, благодаря своей чистоте, настолько огнеупорна, что еле начинает спекаться в сильном жару печей; к ней необходимо прибавить немного плавней, чтобы получить изделие, годное для обжигания на фарфор. Таким плавнем служит тонко измельченный и отмученный калиевый *полевой шпат*—минерал, встречающийся в природе; при очень высокой температуре он плавится в стекло, что не должно вызывать удивления, так как полевые шпаты суть двойные силикаты кремнекислого глинозема с кремнекислыми калием, или натрием, или известью. Некоторые же из этих материалов—те самые, которые употребляются для получения стекла (см. стр. 182).

Если сформовать сосуды из смеси отмученного каолина и полевого шпата, то они настолько сжимаются при обжигании, что часто подвергаются растрескиванию. Чтобы устранить этот недостаток, к фарфоровой массе прибавляют еще кремнекислоты, по возможности чистой, которую получают перемалыванием и отмучиванием или кварца, или кремня, или песка (см. стр. 183).

Тщательно перемешанная, состоящая из указанных трех веществ, фарфоровая масса (на некоторых заводах прибавляют еще известковый материал) подвергается формованию, подобно горшечной глине на гончарном кругу; сформованные предметы осторожно высушиваются и отличаются необыкновенной ломкостью. Затем их помещают в огонь печи, в которой они подвергаются энергичному обжиганию. При температуре ярко-красного каления они слегка спекаются и получают уже известную твердость. Раз обожженный фарфор применяется только для сосудов гальванических элементов. Так как масса в них не вполне спеклась, то она пориста, так что находящаяся в них жидкость может приходить в соприкосновение с жидкостью внешнего

сосуда, не подвергаясь собственно смешению, что и необходимо для получения гальванического тока.

Полученные таким образом фарфоровые изделия должны быть еще покрыты глазурью. В противоположность другим глиняным изделиям, для фарфора употребляют очень тугоплавкую глазурь, которая покрывает стеклянным слоем готовое изделие и придает ему этим весьма ценные свойства.

В качестве глазури употребляют фарфоровую массу, к которой прибавлено известное количество плавней, для увеличения ее плавкости. Плавнями здесь служат щелочи и известь, причем щелочи вводятся простым увеличением количества калиевого полевого шпата. Тонко отмученную глазурную массу замешивают с водой в кашлицу консистенции сливок; при опускании в нее обожженного фарфора на поверхность его садится достаточное количество данной глазури.

Надобно заметить, что глазурь перед обжиганием счищается с тех мест предмета, которыми он опирается на подставку, потому что иначе, при начале плавления глазури, мог бы приплавиться к подставке и самый предмет.

Благодаря этому, фарфоровые тарелки никогда не имеют плоского дна, а снабжены выдающимся краем; глазурь тогда счищается только с этого края, а не со всего дна. Такие неглазурованные места грубоваты на ощупь и при употреблении постоянно загрязняются, так как грязь легко забирается в поры фарфора и потому не может быть легко удалена простым мытьем. Это обстоятельство дает возможность легко отличать фарфоровые изделия от самых лучших и близких к фарфору сортов каменного товара по нахождению неглазурованных мест на дне, которые у последнего никогда не встречаются. Мы ведь только-что указывали (стр. 194), что глазурь на каменном товаре обжигается сравнительно при низкой температуре, и потому нечего опасаться, что каменный товар при втором обжигании может погнуться и вообще изменить данную ему форму на подобие фарфора.

Для глазурирования фарфор подвергается вторичному обжиганию, жар которого значительно выше, чем жар, потребный при производстве каменного товара.

Мы уже указывали раньше, что однажды обожженный каменный товар приобретает прочность и твердость, которые несколько не увеличиваются от повторного глазурного обжигания. Наоборот, при производстве фарфора раз обожженный и довольно твердый черепок

спекается окончательно при втором сильном обжигании. Получается твердая масса, почти, так сказать, сплавившаяся с глазурью и весьма прочно выдерживающая всякие внешние влияния. С другой стороны, фарфор настолько размягчается при столь высокой температуре, что надобно делать подставки под выдающиеся части изделия, чтобы они не покривились от собственной тяжести.

Вынимая от времени до времени отдельные пробные предметы из печи, можно следить за ходом обжигания. Постепенно плавящаяся глазурь становится все глаже; когда же замечают, что весь предмет начал просвечивать, что указывает на начавшееся сплавление самого черепка, то печь вместе с ее содержимым оставляют медленно остывать. Неглазурованный фарфор точно также можно подвергать действию сильного огня, употребляемого для обжигания глазури. При этом он настолько спекается, что теряет свою пористость, но поверхность его остается шероховатой и имеет матовый вид. Такой фарфор называется *бисквитным*; из него делают бюсты, статуи и т. п. предметы, для которых блеск глазури является непригодным.

Что касается живописи на фарфоре, то ее можно производить двумя способами—под глазурью и сверх глазури. Для подглазурной живописи, т.-е. для живописи на раз обожженном фарфоре, годятся только немногие металлические окиси, выдерживающие высокий жар второго обжигания: так, для синего цвета употребляют окись кобальта, для зеленого—окись хрома, для черного—окись урана (уран—довольно редкий элемент). Преимущества этого рода живописи состоят в замечательной прочности и неразрушимости рисунка, прикрытого слоем глазури. Тогда как подглазурная живопись имеет в своем распоряжении весьма малое количество красок, надглазурная имеет гораздо большее количество оттенков красок; она может прибегать к самым разнообразным оттенкам цветов, может даже копировать, например, картины, написанные масляными красками,—искусство, специально культивируемое в Севре.

Краски готовят из металлических окисей, которые смешиваются с легкоплавким материалом и по растирании с маслом наносятся на фарфор; в состав этого легкоплавкого материала, конечно, входит окись свинца, как это можно было заранее предположить. При нагревании разрисованного таким способом сосуда в муфельной

печи ¹⁾ до температуры начала плавления этих красящих смесей, рисунок прочно приплавляется к сосуду.

Совершенно аналогичным образом в прежнее время фарфор золотили, т.-е. наносили на него золотые украшения. Но золото, вжигаемое с помощью плавней, по выходе из печи обладало матовым цветом и потому подвергалось еще полировке для наведения блеска. В 1830 г. была изобретена золотящая жидкость, для составления которой золото сначала растворяется в царской водке (см. далее, при золоте); затем, по примешивании соответственных прибавок, смесь эта наносилась на фарфор и вжигалась, причем такое золото обладало настоящим характерным блеском.

Переходя теперь к фотографии, мы должны заметить, что разъяснение ее процессов было бы не легко без усвоения некоторых предварительных сведений; этого требует сложность химических явлений; имеющих место в фотографии.

Лучшим путем (что часто имеет место в подобных случаях) будет проследить за историческим развитием фотографии. Пред нашими глазами развернется картина постепенного усовершенствования ее, и мы будем иметь возможность вдуматься в те основные положения, которые постепенно были разработаны и довели фотографию до такой высоты, на которой она находится в настоящее время.

Металлическое серебро легко растворяется в азотной кислоте в прозрачную, бесцветную жидкость. Если выпарить такой раствор, то получится в остатке белая соль—*азотнокислое серебро*, называемое в обыкновенной жизни *адским камнем*. Если этим раствором намазать какую-нибудь поверхность, как, например, человеческую кожу, то она быстро при дневном свете потемнеет (врачи часто его употребляют как прижигающее средство). Точно также, если написать этим раствором буквы, то они на свету потемнеют. Этим свойством пользуются для метки белья, причем почерневшие буквы уже нельзя отмыть, и жидкость эта составляет, таким образом, неразрушимые чернила.

¹⁾ Муффелем называется коробок из огнеупорной глины, который нагревается обволакивающим его со всех сторон пламенем; таким образом, предметы, находящиеся в муффеле, не приходят в соприкосновение ни с копотью, ни с пламенными газами.

Сущность указанных явлений состоит в том, что азотнокислое серебро весьма склонно распадаться на свои составные части, причем серебро выделяется в виде тонкого черного порошка. Разложение это вызывается даже дневным светом, и это свойство было давно уже замечено, что показывает древнее название адского камня. Такое распадение серебряных солей от действия света и есть основание всего фотографического процесса. Заметим только, что сам адский камень не может служить для получения изображений, так как его распадение слишком медленно для целей фотографии.

Для получения изображений лучше брать такие соли серебра, которые изменяются светом более быстро, чем азотнокислое серебро. Главнейшие из них, применяемые в фотографии,—*хлористое, бромистое и иодистое серебро*. Получаются все они очень легко: если к раствору адского камня прибавить раствор хлористого натрия (поваренная соль), или бромистого калия, или иодистого калия, то сейчас же выделяется хлористое, бромистое или иодистое серебро, так как они совершенно нерастворимы в воде. Применяя поваренную соль, мы, следовательно, получим хлористое серебро и азотнокислый натрий.

Азотнокислое серебро + хлористый натрий =
Хлористое серебро + азотнокислый натрий.

Азотнокислый натрий—известная нам уже соль (см. стр. 164)—легко растворим в воде и остается, следовательно, в растворе, так что при промывании водой осадка хлористого серебра можно получить последнее совершенно не содержащим азотнокислого натрия.

Хлористое серебро известно с давних времен, бромистое же и иодистое—с первой четверти прошлого столетия, со времени открытия брома и иода. Откуда получают в настоящее время эти элементы, мы уже говорили раньше (см. стр. 46 и 50). Уже алхимики много работали с хлористым серебром. Оно весьма чувствительно к свету и при действии этого последнего меняет свой белый цвет сперва на фиолетовый, а затем на черный. Применение его для получения изображения было впервые предложено в 1727 г. врачом в Галле—Шульце. Приготовив толстый слой свежего хлористого серебра, он накладывал на него бумажные буквы и выставлял на свет. Места, не покрытые бумагой, темнели от действия света и, по удалении бумажных букв, оказывались белые буквы на темном фоне. Конечно, при дальнейшем действии света на это изображение весь слой хлористого серебра принимал равномерную окраску. Короче говоря, этот опыт

представлял собою интересное явление, но не имел никакого практического значения.

Только через 112 лет, а именно в 1839 г., Тальбот получил настоящее изображение с помощью хлористого серебра. Способ его состоял в следующем: он пропитывал лист бумаги в растворе поваренной соли и затем смазывал раствором азотнокислого серебра. Таким образом, бумага, благодаря содержанию хлористого серебра, становилась светочувствительной. На такую бумагу он накладывал сверху прозрачные или просвечивающие рисунки и выставлял все на солнечный свет; при этом, конечно, наибольшее почернение хлористого серебра происходило в тех местах, в которых рисунок, лежащий сверху, пропускал наибольшее количество света.

Если удалить верхний рисунок, то нижняя бумага при дальнейшем действии света быстро почернеет, как это было у Шульце. Громадная заслуга Тальбота состоит именно в том, что он нашел способ закреплять такие изображения или, как говорят, *фиксировать* их.

С этой целью он погружал светочувствительную бумагу с отпечатанным на ней, благодаря действию света, рисунком в кипящий раствор поваренной соли; операцию эту он производил в темной комнате, во избежание дальнейшего действия света на бумагу. Так как кипящий раствор поваренной соли может растворять хлористое серебро и удаляет его благодаря этому из бумаги, то на последней остается рисунок из почерневшего хлористого серебра (химически измененного светом), которое не могло быть вымыто раствором поваренной соли.

Само собою разумеется, что полученное изображение есть «*негатив*», т.-е. обратное изображение первоначального рисунка. Темные места рисунка пропускали мало света, в соответственных им местах на бумаге хлористое серебро почти не изменилось и при фиксации было удалено горячим раствором поваренной соли. Таким образом, темные места оригинала выходили в копии белыми или почти белыми, светлые же—темными. Но затем Тальбот накладывал негатив на светочувствительную бумагу и получал точную копию оригинала, так как новый отпечаток представлял негатив от негатива, т.-е. был полной копией оригинала (*позитив*).

Способ Тальбота (тальботипия) был, в сущности, не что иное, как фотографическое печатание готовых рисунков в неуменьшенном масштабе.

В конце 30-х годов Дагерру удалось получить путем фотографии первое изображение; поэтому настоящим изобретателем фотографии следует считать Дагерра.

Для получения изображений он применил камеру-обскуру—аппарат, при помощи которого предметы, находящиеся перед оптическими стеклами, дают изображение на определенном месте, на том самом, где фотографы ставят свою матовую пластинку. Таким образом камера-обскура дает возможность получать изображения предметов, находящихся перед «линзой» (оптическим стеклом), в желаемых размерах. Такое нововведение представляет громадный шаг вперед в сравнении с «печатным» способом Тальбота.

Установивши аппарат на фотографируемый предмет так, чтобы на матовой пластинке получилось отчетливое изображение последнего, Дагерр заменял матовую пластинку серебряной, на которой образовалось немного иодистого серебра от действия паров иода. После многочасового действия света на пластинку, на ней оказывалось изображение предмета, находившегося перед камерой; фиксирование этого изображения представляло громадные затруднения, пока не помог случай.

Когда он поместил в ртутные пары иодированную серебряную пластинку, подвергавшуюся освещению не в течение ряда часов, а весьма короткое время, то большая часть паров ртути осела на наиболее освещенных местах, и получилось фотографическое изображение из блестящей ртути; таким образом, пары ртути осаждались на серебряную пластинку не на все места ее, а с выбором и, так сказать, «проявляли» перед человеческим глазом невидимое раньше изображение. Этим и объясняется несколько странный для нас вид старых дагерротипий, которые можно еще встретить в некоторых семействах.

Применение паров ртути облегчило фотографирование живых существ, которые теперь стало возможным держать перед аппаратом весьма короткое время; в настоящее же время фотографируют предметы, находящиеся в полном движении.

Самая важная сторона открытия Дагерра состоит в том, что хотя человеческий глаз ничего не замечает на светочувствительной пластинке, подвергшейся в камере-обскуре весьма краткому освещению, тем не менее лучи света успели проявить свое химическое действие и вызвать начало разложения соединений серебра. Поэтому является совершенно излишним продолжать освещение до тех пор, пока распа-

дение соединений серебра не станет ясным для человеческого глаза. В настоящее время является возможным продолжать этот процесс распада без участия света, при помощи соответственных химических реактивов, из которых мы пока познакомились только с парами ртути: в этом и состоит суть *проявления* негативных изображений.

Вскоре по обнаружении Дагерровского способа принялись искать что-либо взамен дорогих серебряных пластинок, и Тальбот с большим успехом применил для камеры-обскуры свою светочувствительную бумагу.

Вместо хлористого серебра, он, согласно с Дагерром, применил иодистое серебро, для чего пропитанную серебряным раствором бумагу пропускал через раствор иодистого калия.

Для удаления оставшегося неизменным иодистого серебра Тальбот предложил употреблять вместо кипящего раствора поваренной соли—раствор *серноватистокислого натрия*, который весьма легко и на холоду растворяет как хлористое, так и бромистое и иодистое серебро. Это нововведение оказалось весьма удачным и применяется в настоящее время, но изображение, полученное по способу Тальбота, имело неприглядный вид, вследствие шероховатости даже самых лучших сортов бумаги, а потому дагерровские полированные серебряные пластинки стали опять одерживать победу в фотографии.

Такое положение вещей изменилось с момента, когда Ньепс стал применять в фотографии растворы белка (альбумина). Если прибавить к раствору альбумина иодистого калия, налить его тонким слоем на стеклянные пластинки и по высыхании опустить в раствор адского камня, то на стекле образуется светочувствительный, благодаря содержанию иодистого серебра, слой альбумина, который совершенно лишен шероховатости, замечаемой у бумаги, и дает превосходное изображение.

Уменьшенные изображения, доставляемые камерой-обскурой, отрицательны (*негативны*), и потому для получения положительных фотографических изображений их переводят на светочувствительную бумагу совершенно так, как это делал раньше Тальбот для рисунков: бумага, на которую переводили негативы, также покрывалась светочувствительным слоем альбумина и давала превосходный *позитив*, отличавшийся гладкостью и блеском.

Так как растворы белка склонны к загниванию, то вскоре перешли к употреблению *коллодия*, предложенного Фраем. Кол-

лодий ¹⁾ есть раствор нитрированной клетчатки, т.-е. гремучей ваты (см. стр. 118) в смеси эфира и спирта.

То незаметное для глаза изменение, которое происходит в пластинке при ее кратковременном освещении и которое Дагерр, действием паров ртути, сделал видимым изображением, может быть сделано видимым также и на этих светочувствительных, покрытых слоем белка или коллодия стеклянных пластинках, употребляемых взамен серебряных. Вещества, которые служат для этой цели, называются вообще «*проявителями*». Сначала проявителем служила сернокислая закись железа (называемая в обыденной жизни *железным купоросом*), а также *пирогалловая кислота*, но позже открыт целый ряд новых проявителей, из которых в особенности пригодным и распространенным является *гидрохинон*.

Перейдем теперь к коллодионному способу. По этому способу пластинку, облитую коллодием, содержащим бромистый и иодистый калий, погружают в раствор азотнокислого серебра и затем помещают ее мокрою в камеру; теперь она содержит уже смесь бромистого и иодистого серебра, а также избыток не вступившего в соединение азотнокислого серебра. Если, по освещении ее в камере, ее погрузить в раствор железного купороса или пирогалловой кислоты, то эти вещества не действуют на иодистое и бромистое серебро, но восстанавливают находящееся тут же азотнокислое серебро в металлическое. Выделяющееся при этом мелкое порошковатое серебро осаждается, подобно парам ртути в опыте Дагерра, на освещенных местах сообразно силе освещения и таким образом распределяется неравномерно по всей пластинке. Производя эту операцию в темной комнате, мы замечаем постепенно образование негативного изображения.

Для фиксирования этого негатива, т.-е. для удаления избытка бромистого и иодистого серебра, не подвергшегося действию света, пластинку погружают в раствор серноватисто-кислого натрия, который растворяет и вымывает излишнее иодистое и бромистое серебро. Применение пирогалловой кислоты дает так называемый способ кислого проявления.

Одно время пытались получить сухие коллодионные пластинки, которые можно было бы долго сохранять, но хороших результатов

¹⁾ Название коллодий произошло оттого, что Майнар впервые применил его для склеивания (по-французски клей—colle).

не было получено, так что при коллодионном способе всегда работают со свежеприготовленными пластинками.

В 60-х годах Россель нашел, что можно сделать видимым изображение на коллодионной пластинке, не содержащей азотнокислого серебра; раньше присутствие азотнокислого серебра считалось абсолютно необходимым для осаждения серебра на освещенных местах. В самом деле, если вымыть из мокрых пластинок с помощью большого количества воды избыток азотнокислого серебра, осветить их затем в камере-обскуре и затем опустить в щелочной раствор пирогалловой кислоты (т.-е. в раствор пирогалловой кислоты, к которому прилит избыток щелочи), то такой раствор подействует на подвергнувшееся освещению бромистое и иодистое серебро. Раньше без прибавки щелочи пирогалловая кислота не действовала, теперь же она разлагает смесь обоих соединений серебра, смотря по тому, с какой силой они были освещены, и таким образом проявляет изображение; затем производится окончательное закрепление, т.-е. фиксирование, серноватистокислым натрием, удаляющим из пластинки неизменившееся бромистое серебро. Способ этот, в сущности, дал возможность приблизиться к способу сухих пластинок, так как показал ненужность присутствия в пластинке излишка серебряного раствора. Так как щелочной раствор пирогалловой кислоты гораздо лучше (как это скоро выяснилось) действует на бромистое, чем на иодистое серебро, то остановились на применении бромистого серебра, которое в настоящее время почти исключительно и употребляется для фотографических процессов.

В 1871 г. Мэддокс предложил употреблять вместо коллодия *желатин*, при помощи которого в настоящее время и изготовляются столь желанные для фотографов сухие пластинки, а также фильмы (пленки), подкладкой которых служит целлит (см. стр. 121). Настоящим же изобретателем сухих пластинок следует считать Беннета. Он показал в 1878 г., что готовая бромосеребряная желатинная эмульсия при предварительном нагревании (это и есть самая важная часть открытия) приобретает необыкновенно высокую степень чувствительности. Поэтому, применяя желатину и пользуясь наблюдением Беннета, выработали следующий способ изготовления сухих пластинок.

В воде растворяют бромистый аммоний (вместо прежде употреблявшегося бромистого калия) и затем в темной комнате прибавляют к этому раствору желатины и раствора адского камня; сначала темпе-

ратуру держат около 75° , а затем доводят до кипения. Таким путем образуется эмульсия бромистого серебра. Когда она при охлаждении застынет, то из нее вымывают водою все растворимые части, затем высушивают и нагревают до плавления. Когда она расплавится, то ее наливают на стеклянные пластинки, которые затем высушивают вполне в сушильном шкафу. После этого они могут идти в продажу. Упаковывают их в темной комнате, принимая все меры предосторожности, чтобы они абсолютно не подвергались хотя бы самому слабому освещению вплоть до применения их при фотографировании. Приготовленные таким образом сухие пластинки почти в 10 раз чувствительнее, чем прежние коллодионные пластинки.

С изобретением этих сухих пластинок началось сильное распространение фотографии между любителями; объясняется это тем, что самая трудная задача фотографии—изготовление светочувствительной пластинки—перешла в руки фабриканта и стала совершенно лишней для фотографа.

Сухая пластинка при вставлении ее в камеру, снабженную хорошей, дорогой линзой, очень легко дает прекрасные изображения; чувствительность ее настолько велика, что освещение может длиться самый краткий момент. Начавшееся разложение бромистого серебра в местах, подвергшихся освещению, совершенно незаметное для человеческого глаза, доводится затем до желаемых размеров с помощью деятельности проявителя. Как только этот пункт достигнут и, следовательно, изображение проявлено, в чем убеждаются, рассматривая пластинку в темной комнате при красном свете, то, погрузив ее в раствор серноватистокислого натрия, удаляют неразложенное еще бромистое серебро, и негатив готов. Если теперь негатив перевести на светочувствительную серебряную бумагу, то мы и получим изображение, называемое фотографией.

Конечно, после того, как ознакомились с светочувствительностью серебряных солей, стали исследовать отношение к свету и у солей других металлов и других отдельных веществ или смесей; при этом нашли, что некоторые платиновые соли также светочувствительны. Изображение в камере-обскуре, т.-е. негатив, всегда получается с помощью бромисто-серебряной желатинной пластинки; получение же копий—позитивов—можно производить и не на серебряной, а на встречающейся в продаже платиновой бумаге, при чем получают краси-

вые темнобархатные *платинотипии*, которые по внешнему виду напоминают гравюры, резанные на меди.

Таким образом вся фотография основана на химическом действии света на светочувствительные соли, в особенности на бромистое серебро. Но мы знаем из физики, что белый цвет есть смесь нескольких цветов, составляющих цвета радуги. Если его разложить на составные цвета с помощью призм и сфотографировать получающийся при этом спектр, то мы увидим, что красный конец его совсем не подействовал на фотографическую пластинку, тогда как на другом конце, фиолетовом и ультрафиолетовом, замечается самое сильное действие.

Ультрафиолетовой называют следующую за фиолетовой часть спектра, которая не видима для человеческого глаза и потому кажется ему черной, но на фотографическую пластинку она тем не менее действует. Такое действие цветов спектра на светочувствительную пластинку объясняет нам, почему при проявлении в темной комнате пластинок, вынутых из камеры, работают при красном свете, и пластинка, столь чувствительная к белому свету, в данном случае нисколько не изменяется.

Так как красный, желтый, даже зеленый цвета мало действуют на пластинку, то это влияет неблагоприятно при фотографировании картин, написанных масляными красками, а также при снимании портретов. Поэтому приходится исправлять или, как говорят фотографы, *ретушировать* фотографии с окрашенных предметов, а также портреты. Впрочем, Фогель нашел, что этому недостатку можно помочь, примешивая к броможелатинной эмульсии небольшое количество некоторых красок, ибо пластинки делаются тогда чувствительными к таким цветам, которые раньше без этих прибавок на них не действовали; происходит это потому, что свет от прибавленных красок одновременно действует на бромистое серебро. В настоящее время является возможным получать прекрасные фотографические снимки с картин, написанных масляными красками, тогда как старые фотографии или полученные с помощью обыкновенных сухих пластинок показывают только неясные контуры отдельных частей картины. Начиная с 1903 г. в особенности ценится, как прибавка, этиловый красный пигмент.

Применение светочувствительных пластинок разрешает в главных чертах стремление к правильному фотографическому воспроизведению окрашенных предметов. Другая задача, часто смешиваемая публикой

с первой, состоит в получении не черной фотографии, а окрашенной в разные цвета. Мы сообщим здесь некоторые данные по поводу решения этой задачи, удавшегося в 1907 г.

Как известно, можно получать окрашенные изображения с помощью пигментного печатания, которое, как видно из самого названия, не есть собственно фотографический способ. Основания этого способа следующие. Кроме упомянутых нами светочувствительных солей, открыто еще много подобных им в этом отношении смесей. Так, например, если к раствору желатины прибавить раствор двуххромовокислого калия, покрыть этим слоем какой-нибудь предмет и выставить на солнце, то желатина, которая хорошо раньше растворялась в воде, станет теперь вполне нерастворимой. Происходит это оттого, что от действия света двуххромовокислый калий отчасти переходит в окись хрома, последний же действует на желатину, как дубильное вещество, и делает ее нерастворимой. Вспомним здесь, кстати, о способах получения хромовой кожи, о чем говорилось на стр. 128.

Если полученный обыкновенным путем негатив положить на бумагу, покрытую в темноте хромовой желатиной, и выставить на свет, то места, подвергшиеся действию света, станут нерастворимыми; по отмывании водой в темной комнате незатронутой светом желатины, мы получим изображение, которое является мало видимым, благодаря малой окраске желатины, в противоположность темному цвету изображений на серебряной и на платиновой бумаге.

Но перед началом опыта желатина может быть окрашена каким-нибудь пигментом (краской) в соответственный цвет, тогда желтая желатина даст желтое изображение, красная—красное, синяя—синее; если полученные таким образом три прозрачные изображения точно наложить одно на другое, что возможно, так как все они происходят от одного негатива, полученного на светочувствительной пластинке, то получается замечательный эффект.

По теории смешанных цветов, разработанной физиками, и примененной впервые Горном к фотографии, можно ожидать блестящих результатов в смысле верной передачи окраски изображаемого предмета, что и наблюдается в действительности. Как ни прост, однако, кажется с первого взгляда этот способ, но практически он очень трудно выполним.

Часто работают таким образом, что, ставя попеременно перед линзой камеры-обскуры красное, синее и желтое стекло, делают три

снимка, т.-е. три негатива. Эти три негатива затем переводят в три позитива; эти позитивы окрашивают теми самыми красками, которые делают фотографические пластинки *цветочувствительными* (см. стр. 207), и затем накладывают их все один на другой.

Кроме этого способа репродукции, есть целый ряд других, отчасти применяющихся, отчасти имеющих только теоретическое значение, в дальнейшее обсуждение которых мы не будем входить. Основанием их, как и в пигментном печатании, служит негатив, полученный в камере-обскуре, т.-е. фотографическое изображение предмета; следовательно, все эти способы воспроизведения основаны на фотографии.

Многочисленные первоклассные исследователи в течение многих лет работали над разрешением задачи получения цветных фотографических изображений цветных же предметов, но только в 1907 году братьям Люмьер удалось выработать общедоступный способ такого фотографирования. По их способу можно получить портретный снимок даже при облачном небе в 20 секунд и проявить это изображение в темной комнате в течение $2\frac{1}{2}$ минут.

Для изготовления пластинок берут 2 части окрашенных в зеленый цвет зернышек крахмала и по 1 части окрашенных в красный и синий цвета и перемешивают самым тщательным образом; цвет такой смеси почти что белый. Приготовленную таким образом смесь распределяют по зеркальной, покрытой клейким слоем стеклянной пластинке так, чтобы ни одно зернышко не налегало на другое. Прессованием эти зернышки придавливаются и образуют таким образом тонкий слой почти без всяких просветов. Такой слой светового фильтра покрывают лаком и сверху наносят светочувствительную желатинную бромосеребряную эмульсию. Приготовленные таким образом сухие пластинки при фотографировании вставляются в камеру-обскуру так, чтобы идущий через линзу свет проходил сначала через стеклянную пластинку и световой фильтр из окрашенных зерен крахмала, прежде чем достичь желатинного бромосеребряного слоя.

При последующем затем проявлении получается цветная фотография, выдающаяся по яркости красок. Выполнение этого способа настолько просто, что и фотографы-любители могут им пользоваться без всяких затруднений. С 1910 г. имеются в продаже не только стеклянные пластинки для цветной фотографии, но и цветные filmy. Следует заметить, что пока цветная фотография дает только один сн-

мок, изготовление же копий таких снимков остается все еще не разрешенной задачей.

Мы считаем невозможным закончить изложение вопроса о фотографическом воспроизведении предметов, не упомянув о поразительных успехах, сделанных в последнее время в этой области, например, о фотографировании костей, находящихся в живом организме.

Осуществление такого фотографирования стало возможным вследствие открытия *рентгеновских* лучей, которое в сущности относится к области физики; но мы ведь уже и в первой лекции для выяснения некоторых вопросов входили в эту область, и потому сделаем это опять и теперь.

Всем известно, что электрическая искра, переходя из одного места в другое в виде молнии или в виде искусственной искры, идет по зигзагообразному, а не по прямому пути, что объясняется сопротивлением воздуха. Если же взять стеклянную трубку с вплавленными в нее с обоих концов проволоками, которые служат электрическими полюсами, выкачать из нее воздух до $\frac{1}{1000}$ атмосферы и пропускать через нее электрический ток, то уже не будет перехода искр с одного электрода на другой, а вся трубка начинает светиться по всей длине, т.-е. световые явления распространяются от одного электрода до другого, так как внутри трубки воздух не оказывает уже сопротивления для прохождения электрической искры. Если приготовить такие трубки, наполненные сильно разреженными газами, как водород, кислород, то они будут испускать при этом различно окрашенный свет, благодаря чему получается замечательно эффектная игра цветов. Такие трубки называются *гейсслеровыми*, по имени знаменитого мастера по выдуванию стекла Гейсслера, который впервые придал им замечательно изящную форму.

Если в гейсслеровых трубках воздух разредить еще более, так, чтобы давление упало ниже одной миллионной части атмосферы, то мы получим новые явления: вся трубка уже не будет светиться, но от одного полюса, называемого *катодом*, будут исходить пучкообразные лучи, тогда как на другом полюсе—*аноде*—не будет замечаться почти никаких световых явлений.

Если же вместо прямой трубки взять сосуд, представленный на рис. 17, то катодные лучи идут не к аноду, а перпендикулярно к месту вхождения его в трубку и, ударяясь о противоположную стеклянную стенку, образуют светлое пятно, при чем одновременно ка-

тодные лучи отчасти превращаются в рентгеновские. Светлое пятно, при приближении магнита к трубке, перемещается с своего места. Таким образом видимые катодные лучи, в противоположность лучам обыкновенного света, подвергаются влиянию магнита.

Профессор Рентген предпринял в 1895 году исследование катодных лучей по выходе их из трубки ¹⁾, в которой они образовались; опыты эти он производил в темной комнате. Когда он поместил указанную выше трубку в ящик из черного картона, т.-е. вполне прикрыл ее, и когда на пути катодных лучей была поставлена бумага, смоченная предварительно раствором *платиносинеродистого бария*, то он заметил, что эта бумага начала издавать желтый свет, как говорят—*флуоресцировать*, т.-е. стала видимой в темноте.

Таким образом этот бумажный экран внезапно становился видимым экспериментатору, находящемуся в совершенно лишенной света комнате. Это поразительное явление раньше не только никто не наблюдал, но даже и не подозревал о его существовании; оно выяснило в высшей степени оригинальное действие лучей, сильно отличающихся от катодных, обыкновенно видимых человеческим глазом, но в данном случае не пропускаемых картоном.

Вместе с тем было доказано существование лучей, действующих, во-первых, на человеческий глаз не непосредственно, но путем вызываемых ими и видимых глазом явлений флуоресценции и, во-вторых, проходящих через черный картон, непроницаемый для катодных лучей.

Флуоресценцией называется свойство многих тел, а в том числе и платиносинеродистого бария, превращать невидимые ультрафиолетовые лучи (мы уже раньше говорили о них) в видимые световые лучи. Так, например, тот характерный зеленый оттенок, который мы замечаем у многих сортов керосина, объясняется флуоресценцией, и ее



Рис. 17. Направление катодных и рентгеновских лучей.

¹⁾ Рентген первоначально применял трубки указанной на рис. 17 конструкции, принцип которой сохранился во всех позднейших видоизменениях, отличавшихся друг от друга, главным образом, формой, а потому мы и предлагаем читателю рисунок самой старой, но вместе с тем и самой понятной конструкции.

вызывают как находящиеся в обыкновенном свете ультрафиолетовые лучи, так и вновь открытые рентгеновские лучи.

Неожиданное появление флуоресценции у бумаги, смоченной раствором платиносинеродистого бария и находящейся в темной комнате, могло быть объяснено только деятельностью вполне прикрытой, затемненной трубки, в которой производились катодные лучи. Очевидно, в ней образовался наряду с катодными—род лучей, отличных от катодных, не действующих на глаз (так как в противном случае темная комната была бы ими освещена), но проходящих, в противоположность всем прочим до сих пор известным лучам света, через черный картон. Если на пути катодных лучей ставили книгу или деревянную доску, то это также не мешало флуоресценции платиносинеродистобариевой бумаги, так как новый род лучей легко проходит и через означенные предметы.

Когда Рентген поставил на место бумаги, покрытой слоем платиносинеродистого бария, светочувствительную, т.-е. содержащую соли серебра, сухую пластинку, то он заметил, что эта пластинка, находясь в абсолютно неосвещенной комнате, подвергается действию невидимых для глаза лучей, совершенно так же, как и действию обыкновенных видимых лучей, т.-е. что она дает фотографическое изображение. Когда он далее помещал между пластинкой и трубкой, образующей лучи, различные тела, гораздо более твердые, чем бумага и дерево, то, после обычного проявления пластинки, на ней оказывалось теневое изображение этих предметов.

Так как эти лучи сравнительно легко проходят через мягкие мясистые части тела, но не через плотные кости, то, при освещении руки этими лучами (если только можно говорить об *освещении* невидимыми для глаза лучами), на сухой пластинке получается изображение скелета руки. Таким образом рентгеновские лучи проходят через мягкие части тела совершенно так же, как лучи обыкновенного света через стекло, и задерживаются костями подобно тому, как обыкновенный свет задерживается непрозрачными предметами.

Характерно еще и то, что этими лучами можно фотографировать без всякого затемнения при дневном освещении; для этого надобно положить руку на ящик, внутри которого лежит вполне защищенная от света сухая пластинка; если, затем, из рентгеновской трубки, производящей эти лучи, их пустить на руку, то они проходят через

деревянные стенки ящика, заключающего в себе пластинку, и порождают на ней изображение.

Так как эти рентгеновские лучи не преломляются линзой, то все изображения, полученные с их помощью, суть точные теневые изображения, обладающие размерами самого предмета; наоборот, в обыкновенной фотографии, благодаря преломляемости обыкновенного света линзами, можно уместить на нескольких квадратных сантиметрах изображение больших ландшафтов.

Рентгеновские лучи, невидимые для человеческого глаза, действуют на светочувствительные серебряные соли подобно лучам обыкновенного света и, следовательно, сходны с ними в этом чисто химическом действии. Они—не ультрафиолетовые или ультракрасные лучи, т.-е. не та часть обыкновенного света, которую мы обыкновенным путем не можем воспринять, но можем отклонять при помощи линзы или призмы, так как они не преломляются линзой или призмой. Они—не свет в собственном смысле этого слова, так как мы их не видим. Они—не катодные лучи, так как последние светятся в трубке, хотя может быть они и получаются из части катодных лучей при ударе их о стеклянные стенки. Они—не электрические токи, так как магнит не действует на них. Очевидно, что они представляют совершенно новое явление.

Для хирургии они получили столь важное значение, что последняя теперь не может без них обходиться.

В 1896 г. Беккерель задался вопросом о возможности существования обратимости рентгеновских лучей; иначе говоря, если рентгеновские лучи вызывают флуоресценцию, то возможно ли при помощи флуоресцирующих тел получить обратно рентгеновские лучи.

Чтобы разъяснить этот вопрос, он клал различные флуоресцирующие вещества на фотографическую пластинку, вполне защищенную обложкой от действия обыкновенного света, и нашел, что в особенности соединения элемента урана проявили свойство действовать через черную бумагу на фотографическую пластинку, на которой после проявления оказывалось изображение. Но, в отличие от рентгеновских лучей, снимки, например, руки, сделанные при помощи урановых лучей, дают изображение всей руки, а не только очертаний костей.

Таким образом было выяснено, что соединения урана издают лучи, которые до того времени не были известны, и начались поиски аналогично действующих, так называемых *радиоактивных* (от га-

dius—луч) веществ. Этим свойством обладает в особенности один минерал—смоляная обманка, которая находится в значительном количестве в Иоахимстале в Богемии. В ней содержится целый ряд химических элементов, и при разложении ее оказалось, что свойство радиоактивности в особенности было связано с элементом барием. Это вещество подвергли еще дальнейшему разложению и таким путем под конец из него выделили самое сильное радиоактивное вещество, которое называли *радием*. Соединения радия, в виду их чрезвычайной дороговизны (в 1919—20 г. один грамм хлористого радия стоил в Германии 320 тыс. марок), продаются миллиграммами.

Дальнейшие исследования радия обнаружили его поразительные свойства. Самое удивительное свойство радия—это то, что он находится в процессе непрерывного распада, давая при этом чрезвычайно своеобразные излучения. Одно из таких излучений получило название *эманации*. Их удалось получить в форме жидкости, и тогда стало ясно, что в них мы имеем дело с чем-то материальным. Эта эманация находится во всех источниках, оказывающих целительное действие на человека, которое нельзя объяснить одними только химическими свойствами составных частей этих источников. Таким образом, несколько приоткрывается тайна лечебных свойств таких источников и выясняется, почему они действуют лечебно только на месте. Дело в том, что эманация отличается крайней нестойкостью и быстро исчезает из воды. Лучи, испускаемые радием, оказывают чрезвычайно сильное, даже разрушительное действие на кожу и играют в настоящее время при лечении кожных болезней такую же важную роль, как и рентгеновские лучи.

Лекция одиннадцатая.

Благородные и неблагородные металлы.—Руды.—Золото.—Платина.—Царская водка.—Серебро.—Отношение ценности между золотом и серебром.—Восстановление металлических окислов.—Обжигание сернистых соединений.—Чугун.—Сталь.—Ковкое железо.—Домна.—Шлаки.—Кокс.—Пудлинговый процесс.—Прокатка железа.—Рельсовые пути.—Цементная сталь.—Тигельная сталь.—Бессемеровская сталь.—Зеркальный чугун.—Марганец.—Удаление фосфора из железа.—Литая сталь.—Никкелевая и хромовая сталь.—Газовое отопление.—Регенераторы.—Пламенные печи.—Цинк.—Гальванопластика.—Калий.—Натрий.—Алюминий.

В жизни мы слышим обыкновенно о двух больших классах металлов—о благородных и неблагородных. Главное различие их состоит в том, что благородные металлы весьма мало поддаются действию других элементов, в особенности кислорода и серы, которые встречаются на земле в наибольшем количестве; неблагородные же, в отличие от первых, весьма легко поддаются действию других элементов или, как говорят, вступают в химические соединения, например, с серой и кислородом.

Вследствие этого благородные металлы встречаются на земле в свободном виде, и добывание их сравнительно легко, тогда как остальные металлы с незапамятных времен перешли то в окиси—от действия кислорода, то в сернистые соединения ¹⁾ — от действия серы, то в другие еще более сложные соединения.

Так как неблагородные металлы находятся в природе в виде соединений, то для того, чтобы получить их в свободном состоянии

¹⁾ Сернистые соединения, встречающиеся в природе, называется *колчеданами*, *блесками* и *обманками*. Первые два типа соединений имеют металлический вид, как, например, свинцовый блеск; у обманок такого вида нет.

и применить к потребностям человека, необходимо подвергнуть их какому-либо химическому процессу, который освободил бы их из соединений с другими элементами; такие соединения называются рудами, если скопление их в данном месте настолько значительно, что позволяет техническую переработку на металлы.

Мы не станем знакомиться со всеми металлами, так как нам пришлось бы при этом часто повторяться. Сделав несколько замечаний относительно благородных металлов, мы займемся исключительно вопросом о добывании железа, как наиболее важного для практической жизни металла. Это знакомство даст нам возможность иметь общее представление о способах добывания металлов.

Благородные металлы, *золото и платина*, встречаются на земле почти исключительно в свободном виде. Их находят в речном песке и других песчаных отложениях, откуда их и добывают путем постепенного вымывания. Такие золотосодержащие пески называют золотыми россыпями. Если же золото включено в твердую породу, то последнюю раздробляют и размалывают, чтобы иметь затем возможность добыть металл путем прямого вымывания водой или же действием ртути или цианистого калия, растворяющих золото.

Так, например, золотосодержащие породы в южной Африке, содержащие в 1000 килограммах руды 15—20 граммов золота (т.-е. около 0,002 проц.), т.-е. в сущности очень бедные золотом породы, перерабатывались первоначально, как и в большинстве других копей, размельчением породы в ступах в присутствии воды и ртути. При этом ртуть растворяла золото; полученная амальгама подвергалась перегонке, причем перегонялась ртуть, а в реторте оставалось золото.

Вследствие особенных свойств африканской золотосодержащей породы, значительная часть золота, несмотря на указанную обработку, все таки оставалась в измельченной руде и поэтому пропадала.

Но в начале 90-х годов прошлого столетия Мак-Артур Форест изобрел способ выщелачивания этих остатков раствором цианистого калия, который извлекает из руды золото почти до конца. При пользовании этим способом остатки помещают в чаны из цемента, емкостью до 400.000 литров, обливают их слабым раствором цианистого калия, продувают воздухом, окисляющее действие которого безусловно необходимо для протекания процесса, и золото понемногу переходит в раствор. Раствор этот спускают с остатков, кладут в него цинк, содержащий в себе свинец, и по мере того, как цинк растворяется,

на его место выделяется золото в металлическом виде. Этот способ, как оказалось, дает такие прекрасные результаты, что его уже применяют во многих местах земного шара для обработки бедных золотосодержащих руд, которые было бы невыгодно перерабатывать по старому способу. Он составляет один из самых крупных успехов в технике золотопромышленного дела, и благодаря именно ему добыча золота так возросла в последнее время.

Добывание серебра из руд не так просто, кроме тех случаев, когда оно встречается в самородном состоянии. Способы получения его из соединений приложимы специально только для серебра и слишком сложны, чтобы их здесь рассматривать, почему мы и не будем на них останавливаться. Заметим только, что усовершенствование чисто химической стороны способов добывания серебра сыграло большую роль в падении цен на него.

Основываясь на наиболее точных источниках, мировую добычу золота за период от 1492 г., т.-е. со времени открытия Америки, и кончая 1900 годом включительно, можно определить равной 13.892.500 килограмм. За этот же промежуток времени добытого серебра 260.092.600 килограмм.

Для последних 46 лет имеются следующие данные.

Добыча обоих металлов составляла в среднем:

За пятилетия.	Ежегодно золота.	Ежегодно серебра.
1871—1875	173.100 килогр.	1.960.280 килогр.
1881—1885	148.440 »	2.848.420 »
1891—1895	244.040 »	4.878.640 »
1896—1900	385.800 »	5.120.460 »
В году	Золота.	Серебра.
1906	604.835 »	5.144.085 »
1913	642.000 »	7.225.800 »
1914	631.000 »	5.180.600 »
1915	618.000 »	5.806.400 »
1916	605.000 »	5.548.300 »

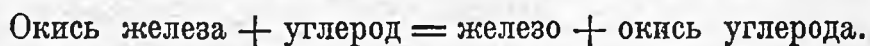
У древних греков и римлян имелось в общем настолько много золота, что им его всегда доставало на изготовление монет, и потому у их писателей мы не встречаем жалоб на недостаток золота.

Но великое переселение народов, подвергшее, начиная с 375 года по Р. Х., весь культурный мир губительному потрясению и, между прочим, уничтожившее в значительной степени горное дело, постепенно довело запасы золота до такого истощения, что со временем почув-

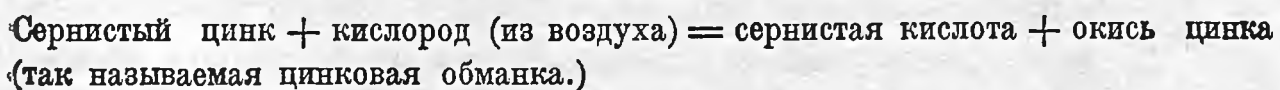
ствовался полный недостаток этого металла. Этот недостаток, между прочим, вызвал на свет появление алхимии, так как настойчиво заставлял работать человеческую мысль над вопросом, как изготовить искусственным путем золото, этот самый удобный материал для обмена товаров и самое удобное орудие для всяких торговых сношений. Как известно, стремления эти не увенчались успехом, так как изготовление искусственного золота оказалось неосуществимым. Но вся колоссальная работа, которая была произведена при разнообразных опытах изготовить искусственное золото, не пропала даром, так как доставила громадный запас химических сведений, на почве которых впоследствии и возникла химия, как наука.

Золотые монеты впервые начали чеканить в верхне-итальянских городских республиках, как Пиза, Генуя и Венеция. Обширная торговля этих городов с Востоком доставила им постепенно такие количества золота, что чеканка его стала представлять выгоды. Начало этому было положено Флоренцией в 1252 г., и оттуда-то и пошло название золотых монет—флорины. Более позднее название их—дукаты происходит от итальянского названия герцогов. Точно так же их называли еще цехинами от итальянского слова зесса—монета, а в Германии гульденами от Gold золото.

Мы уже упоминали раньше, что неблагородные металлы, к которым мы теперь перейдем, получают из их руд, представляющих большей частью кислородные или сернистые соединения. Получение их из кислородных соединений производится нагреванием их с углем в особых печах; при этом они, как говорят, *восстанавливаются* до металла, что выражается следующим уравнением:



Что касается переработки сернистых соединений, то прежде, чем подвергнуться такой же обработке, они должны быть обжигаемы на воздухе. При этом обжигании сера сгорает в сернистую кислоту, а металл в окись, из которой он затем восстанавливается с помощью угля. Так, например:



и затем

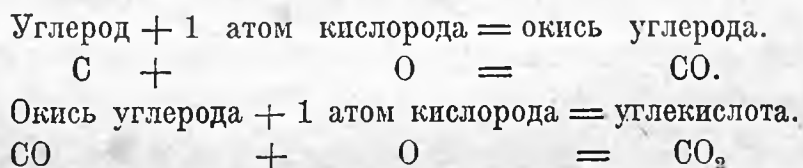


Образующаяся сернистая кислота распространяется в воздухе и наносит большой ущерб растительности (см. стр. 166); поэтому в настоящее время при печах устраиваются особые приспособления, при помощи которых она улавливается и перерабатывается на серную кислоту.

В вышеприведенных уравнениях мы сообщили, что при восстановлении многих металлических окислов углем в жару печей последний переходит только в окись углерода, тогда как раньше мы видели, что уголь сгорает в углекислоту.

Так как для понимания дальнейшего необходимо выяснить отношение углерода к кислороду, т.-е. сущность процесса его сгорания, то мы постараемся по возможности разъяснить здесь этот вопрос, что можно сделать в немногих словах.

Причины сгорания угля в окись углерода при добывании металлов лежат в том, что температура, необходимая для восстановления многих металлических окислов, настолько высока, что при ней атом углерода может находиться в соединении только с одним атомом кислорода. При этом образуется окись углерода, а этот газ может впоследствии соединиться со вторым атомом кислорода и образовать углекислоту. Следующие уравнения ясно изображают разбираемый нами процесс:



Таким образом, окись углерода есть как бы промежуточный продукт при сгорании углерода в углекислоту.

Переходим теперь к вопросу о получении железа. С давнего времени различают следующие три сорта железа:

Чугун, содержащий $2,3\%$ углерода и более.

Сталь, которая содержит $1,6\%$ и менее углерода, но, во всяком случае, более, чем

Ковкое железо, содержащее до $\frac{1}{2}\%$ углерода ¹⁾.

¹⁾ Железо с содержанием углерода от $1,6$ до $2,3\%$ не имеет технического применения.

Данные эти следует заметить для ясного понимания дальнейшего.

Чугун сравнительно легко плавок и потому употребляется для получения литых изделий, но ковать его нельзя, так как при нагревании он переходит из твердого состояния в жидкое сразу, не размягчаясь предварительно. Сталь и железо, напротив, при нагревании размягчаются и потому могут быть подвергнуты ковке. Размягченная сталь может быть расплавлена только при очень высокой температуре, железо же в обыкновенных металлургических печах совсем не может быть расплавлено. Выкованные из стали предметы могут быть затем закалены путем быстрого охлаждения; железные же изделия не подвергаются закалке. Сталь и железо называются ковкими потому, что, нагретые до ярко-красного каления, они настолько размягчаются, что могут принимать любую форму при проковывании, т.-е. при обработке ударами молота или вообще под действием каксго-либо давления.

Оба сорта могут также подвергаться свариванию, т.-е. при очень высокой температуре, при белом калении сильными ударами молота можно соединить два отдельных куска железа или стали в один. Они напоминают в данном случае два куска воска, размягченных разминомением между пальцами, которые легко сливаются в один кусок при сравнительно легком надавливании на них.

О том, что такое сваривание может быть заменено автогенным, мы говорили уже на стр. 35.

В настоящее время в практике различают гораздо большее количество сортов железа, но для нас будет совершенно достаточно ознакомиться с этими тремя главными разновидностями.

В настоящее время получено столько промежуточных продуктов между сталью и ковким железом, что часто невозможно сказать, к какому именно сорту относится данный продукт; поэтому лучше ковкие сорта железа или стали, все равно, различать по отношению к окончательному процессу их обработки. Как мы увидим далее, ковкие сорта железа получают двумя путями: или исходный материал превращают в ковкую массу, не доводя ее до плавления, и такие сорта называют *сварочной сталью* и *сварочным железом*, или же получают расплавленную массу, которая затем, по некотором охлаждении, может подвергаться проковке. Такие сорта называются *плавленным железом*, *плавленной сталью*.

Для получения сварочных сортов служат: *пудлингование*, *цементование* и *отпускание (темперование)*; для плавленных сортов применяется *бессемерование* и *способ Сименса-Мартена*; со всеми этими способами мы постепенно познакомимся позже.

Мы уже говорили, что каждый сорт продажного железа содержит углерод, за исключением железа, получаемого с 1911 г. электролитическим путем (см. конец настоящей лекции). Тогда как все другие металлы стараются получить по возможности чистыми, так как специальные свойства этих металлов особенно резко проявляются при абсолютной их чистоте, железо представляет совершенно обратное явление. Чтобы железо приобрело те разнообразные свойства, благодаря которым оно так часто применимо на практике, оно именно должно быть, так сказать, загрязнено углеродом.

Железо принимает в себя более 2,3% углерода только при очень высокой температуре, а потому в древности чугун не был известен. Ковкое же железо известно с давних времен; в настоящее время считают, что открытие способа его получения относится примерно к 1500 г. до Р. Х. Тем не менее добывание железа стояло в прямой зависимости от культурного состояния той или другой страны; так, например, Цезарь¹⁾ сообщает, что когда он прибыл в Британию (в середине 50-х годов до Р. Х.), то он нашел, что в этой стране золото и железо стоят в одинаковой цене, так как последнее попадало в руки местных жителей только через торговцев, и то в незначительном количестве.

Итак, в ту эпоху добывание железа не было известно в Англии, — стране, в которой были сделаны величайшие открытия в области железоделательного производства и производство чугуна в которой долго было самым крупным на земном шаре. Только в самом конце XIX столетия Северо-Американские Соединенные Штаты, поверхность которых, впрочем, гораздо более поверхности Англии, безусловно превзошли Англию в производстве чугуна, а за ними последовала и Германия²⁾. Как на пример чрезвычайной деятельности аме-

¹⁾ Цезарь — знаменитый римский полководец, затем диктатор с титулом императора. Убит заговорщиками, во главе которых стояли Брут и Кассий.

²⁾ Сто лет тому назад, т.-е. в 1307 году мировая добыча железа составляла 760.000 тонн, а в 1910 г. 66 миллионов тонн; иначе говоря, в 1910 году ежеминутно добывалось свыше 120.000 кило чугуна. Если поставить вопрос об успехах производства железа за 28 лет, то производство отдельных стран выразится в следующих цифрах:

	1882 г.	1910 г.
Северо-Америк. Соед. Штаты . . .	4.600.000	27.636.686 тонн.
Германия	3.400.000	14.793.325 »
Великобритания	8.600.000	10.380.212 »
Франция	2.000.000	4.032.459 »

риканских железных копей, можно указать на историю копей Мезаби, открытых в 90-х годах прошлого столетия и руда которых содержит 58% железа. В 1892 г. в них выработано было 4.245 тонн (по 61 пуду), в 1894 г.—1.792.170 тонн, а в 1917 г.—60 милл. тонн.

Изложение способов добывания железа может быть ясным только в том случае, если подробно рассмотрен вопрос о получении высоких температур, необходимых для его производства. Получение высоких температур в соответственно устроенных печах представляет само по себе в высокой степени интересную задачу техники, и мы будем в подходящих местах разъяснять способы употребления горючих материалов для получения высоких температур.

Представим себе кучу горящего дерева или угля, или какого-нибудь другого горючего материала, которая лежит на земле; в таком случае мы получим не особенно сильное пламя, так как доступ воздуха, необходимый для горения углерода, совершенно недостаточен. Совсем иное получится, если горючий материал находится на полу с отверстиями, так что воздух может подходить снизу. С этою целью в печах топливо кладут на *колосники* и, кроме того, заботятся о быстром удалении продуктов горения, т.-е. углекислоты и других газов. Достигают этого, ставя трубу над огнем на известной высоте; она вызывает тягу, а равномерный приток снизу воздуха обуславливает энергичное горение материалов.

Такие дымовые трубы вызывают тягу в печи по следующим причинам: образующаяся при горении топлива углекислота и азот воздуха, поступающего в печь, сильно нагреваются от огня; при этом они расширяются, становятся легче, чем окружающий воздух, и поэтому стремятся подниматься вверх, что, конечно, вызывает в печи тягу, т.-е. всасывание нового воздуха на место уходящих газов.

	1882 г.	1910 г.	
Россия	400.000	2.740.000	тонн
Австро-Венгрия	600.000	2.010.000	»
Бельгия	700.000	1.803.500	»
Канада	200.000	752.053	»
Швеция	400.000	604.300	»
Испания	100.000	367.000	»
Италия	100.000	215.000	»
Прочие страны	200.000	525.000	»
	21.300.000	65.859.536	тонн

Многие металлические окиси можно восстанавливать (переводить в металл) с помощью угля в подобных печах, но только не окись железа. Для восстановления ее не устраивают тяги, но вдувают в печь воздух, что, конечно, вызывает весьма сильное горение. Пример такого приспособления мы можем видеть в кузнечном горне, на котором работают с помощью мехов.

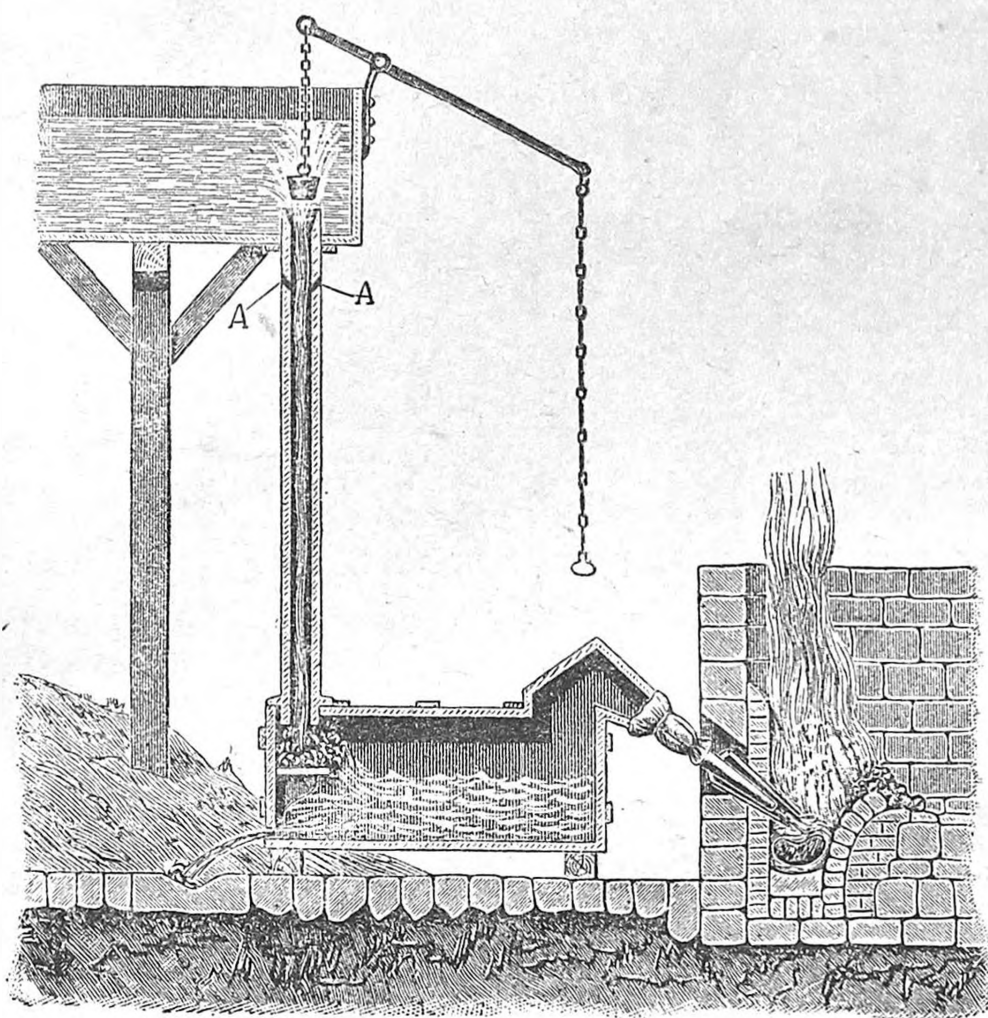


Рис. 18. На этом рисунке, изображающем старинный механический водяной мех, воздух всасывается текущей по трубе водой через отверстие А, затем отделяется от воды в нижнем ящике и после этого вступает под сильным давлением в горн.

Древние умели восстанавливать окись железа в кузнечном горне, и, смотря по способу работы, получали куски или ковкого железа, или стали; зависело это оттого, что при восстановлении окиси железа в состав полученного железа входило то больше, то меньше углерода, смотря по обработке.

Качества полученного продукта зависели обыкновенно как от чистоты руды, так и от ловкости и умения рабочих, передававших

свои знания иногда из поколения в поколение; этим объясняется мировая слава дамасских и толедских ¹⁾ клинков, так как именно в этих местностях высоко процветало искусство производства стали, которое, действительно, представляло весьма трудную работу при пользовании только кузнечным горном. Этот древний и ныне заброшенный способ прямого получения ковкого железа из руд называют *сыродутным* способом.

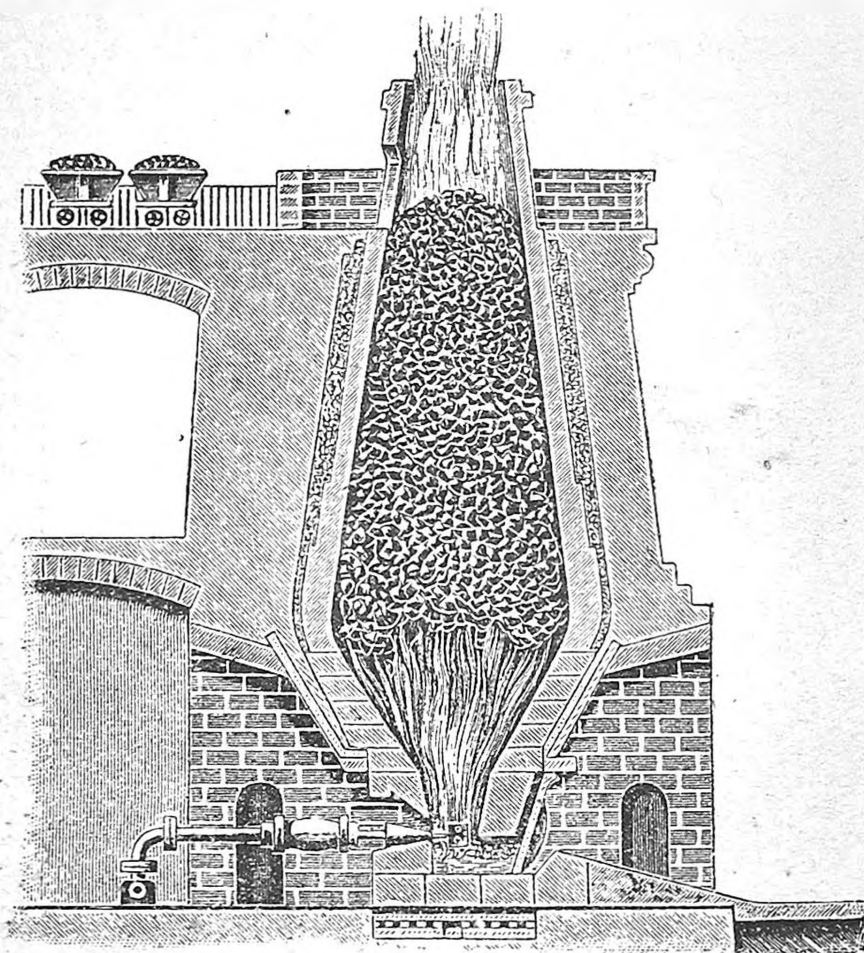


Рис. 19. Домашняя печь в 1830 году.

В кузнечном горне можно перерабатывать только такие руды, которые, сравнительно, легко восстанавливаются. По мере того, как искусство добывания железа распространялось по всему миру, пришлось пользоваться рудами, более трудно восстанавливаемыми, а потому принуждены были позаботиться об усилении жара. Этого достигали, между прочим, тем, что огонь в кузнечном горне окружали со всех сторон камнями, так что превратили его в *шахтенную печь* (рис. 19)

¹⁾ Дамасская сталь—знаменитая узорчатая сталь—вывозилась в виде клинков из города Дамасска в Сирии. Толедо—город в Испании.

и таким образом от прежних плоских печей перешли к высоким. Развивавшийся при этом жар не терялся в окружающий воздух, но шел на накаливание окружающих пламя камней; жар, так сказать, сосредоточивался, и температура поднималась настолько высоко, что железо, восстанавливаемое из руды в такой печи, поглощало в себя более 2% углерода и вытекало из печи в виде жидкого чугуна.

По всем вероятностям это открытие было сделано в южном Эльзасе ¹⁾, по близости от теперешнего Мюльгаузена ²⁾, так как наиболее древние куски чугуна происходят из этой местности и относятся к 1490 г. Таким образом, изобретение чугуна совпадает с открытием Америки.

Сначала добывание чугуна не особенно распространялось; в Англии оно началось с 1547 г., в Пруссии же, территория которой сильно отличалась по размерам от современной, первый чугун был выплавлен в 1667 г.

Современные доменные печи (рис. 19) представляют собой не что иное, как первоначальные шахтные печи, но увеличенные до громадных размеров и снабженные всевозможными приспособлениями ³⁾.

¹⁾ Эльзас—область в Германии, бывшая французская область. По окончании мировой войны (1918 г.) возвращена Франции.

²⁾ Город в Эльзасе.

³⁾ Изображенная на рис. 19 доменная печь представляет в сущности схему современных печей, так как относится ко времени около 1830 года; мы ее помещаем исключительно для облегчения понимания процесса получения чугуна, но никоим образом не предполагаем дать при помощи ее представление о современных громадных усовершенствованных доменных печах. Так, напр., на рисунке изображено одно дутье, а в современных печах их устраивается шесть или семь. Точно также на рисунке верх печи открыт, и из него выделяется пламя, теперь же это устроено совершенно иначе.

В настоящее время воздух, поступающий в печь через дутье (фурмы), перед входом в печь сильно накаливается, после чего, встречая в печи уголь, он, конечно, немедленно сжигает его в углекислоту. Раскаленная углекислота, проходя через выше лежащие слои раскаленного угля, действует на уголь и образует окись углерода.

1 молекула углекислоты + 1 молекула углерода = 2 молекулы окиси углерода.



Часть этой окиси углерода, проходя через раскаленную руду, отнимает у нее кислород, причем сама переходит в углекислоту, железо же, освобожденное от кислорода, получается в металлическом виде. Часть же ее, разбавленная большим количеством азота воздуха, выделяется из печи. Так как эта смесь окиси углерода

Относительно получения в них железа мы должны еще заметить следующее. Когда железная руда, находящаяся в печи, восстановлена углем или окисью углерода в железо, то образовавшийся металл постепенно спускается вниз и, наконец, достигает такого горячего места в печи, что может принять в себя достаточное количество углерода и превратиться в чугун, после чего он становится жидким. Затем, при дальнейшем стекании его вниз, ему приходится проходить через то пространство печи, где вдувается воздух. Так как в этом месте также господствует высокая температура, то стекающий металл вновь бы сгорел в окись железа от действия вдуваемого воздуха, не будь приняты известные меры предосторожности. Эти меры состоят в образовании в печи так называемых *шлаков*.

Шлаки представляют собою род стекла, т.-е. двойной силикат (см. стр. 182). Поэтому в доменную печь забрасывают не только уголь и железную руду, но также известняк и глину (кремнекислый глинозем), а иногда и песок. Состав этих прибавок меняется, во-первых, в зависимости от состава примесей, находящихся в самой руде, а во вторых—в зависимости от того, какие из подходящих, по возможности дешевых, материалов находятся вблизи под рукой. Из означенных прибавок и посторонних примесей к руде в жару печей образуется расплавленный сложный силикат, который большею частью содержит в себе глинозем и известь.

При выборе составных частей для образования шлаков заботятся о том, чтобы получить такой шлак, который начнет сплавляться в стекло только после того, как железо приняло в себя достаточно углерода и перешло в чугун. Этот расплавленный шлак обволакивает

и азота представляет горючий газ (в нем содержится от 24 до 34 процентов горючих составных частей), то ее прежде прямо зажигали на воздухе, как это изображено на нашем рисунке, и, следовательно, газ этот пропал без всякой пользы. В настоящее время доменную печь закрывают колпаком и часть газа тратят для подогревания вдуваемого в печь воздуха, как это было предложено в 1830 году вюртембержцем Фабром дю Фором, часть же сожигают в топках под паровыми котлами. Так как при применении этого, как его называют, колошникового газа для указанных целей значительная часть его остается все таки не использованной, то в 1886 году Люрман предложил применять этот газ для силовых двигателей и лет 12 позже осуществил это на практике. Начиная с 1898 г., этим газом приводят в движение тысячесильные газовые двигатели, и этот новый источник производства силы может конкурировать по дешевизне даже с такими источниками силы, как водопады.

отдельные капли стекающего вниз чугуна и защищает последний от окисления при прохождении его через тот пояс печи, где вдувается воздух.

Защищенный таким образом от окисления металл стекает в нижнюю часть домы, где и отделяется от шлаков, благодаря своему большему удельному весу: внизу получается слой расплавленного чугуна, сверху—слой более легких расплавленных шлаков. Как шлаки, так и чугун выпускаются из печи в жидком состоянии. Выпущенный из печи и застывший металл представляет так называемый *сырой чугун*, застывшая же стекловидная масса и есть *шлак*. О применении шлаков, как цементов, мы уже говорили на стр. 191.

Крупное производство железа стало возможно только по открытии чугуна. До этого времени кузнец приготавливал в своем горне в день два или три куска железа весом до двух пудов, на следующий же день иногда продолжал работу, иногда нет. Производство же чугуна поставлено совершенно иначе. Раз домы начала вырабатывать чугун, то работа продолжается безостановочно дни и ночи, так как всякая остановка повела бы за собою охлаждение печи и вызвала невозможность продолжать работу. Благодаря такой безостановочной работе, чугун стали получать, конечно, в очень значительных количествах, что повело за собою его удешевление и гораздо более широкое применение в жизни.

Ход работы доменной печи требует значительного числа рабочих, которые, понятно, работают днем и ночью. Прежний тип самостоятельного добывания железа исчез: ремесленник стал наемным рабочим, владелец же домы—крупным промышленником. Личное сотрудничество при добывании железа совершенно не входит в задачи последнего; на нем исключительно лежат заботы о сбыте масс изготовленного продукта.

Чугун, как мы сказали, содержит более 2,3% углерода, и если удалить выжиганием этот углерод хотя отчасти, то получается сталь или ковкое железо (см. стр. 219). Действительно, при нагревании чугуна в кузнечном горне, при обильном притоке воздуха, часть его углерода выгорает; чугун не может уже оставаться жидким, а представляет тестообразную массу, которая, смотря по искусству рабочего, будет сталью или ковким железом. Последнее получается вообще легче, чем сталь, так как весьма трудно вести эту операцию таким образом, чтобы в железе по выжигании углерода осталось еще доста-

точное его количество и оно обладало бы свойствами стали. Получение ковкого железа безусловно проще: надобно только стараться вполне выжечь весь углерод из железа; при этом в остающейся массе всегда находится столько углерода, что она будет обладать свойствами ковкого железа. Такой метод получения ковкого железа из чугуна называется *фришеванием*.

Из сказанного видно, что получение ковкого железа при фришевании чугуна гораздо удобнее, чем прежний способ получения его прямо из руд; поэтому способ, которым человечество в течение тысячелетий пользовалось для добывания себе железа, довольно быстро вышел из употребления, и основанием всей железоделательной промышленности стал выплаваемый в домне чугун.

Таково было положение дела около 1620 г. В особенности в Англии производство чугуна достигло значительных размеров, благодаря особенно благоприятным местным условиям. Жители Англии с умением и энергией стали разрабатывать многочисленные залежи железных руд, а реки, прорезывающие страну в различных направлениях, облегчили вывоз готового металла во все страны. Так как в то время не было собственно шоссежных дорог, а только проселочные, представлявшие в дождливое время невылазную грязь, то присутствие судоходных рек являлось весьма важным облегчающим обстоятельством для перевозки масс чугуна. Благодаря этому же обстоятельству, производство чугуна в местностях, лежащих вдали от рек или моря, становилось весьма неудобным и почти невозможным.

Для домашнего производства в то время горючим материалом служил древесный уголь; сильный спрос на него повлек за собою постепенное уничтожение лесов в Англии, что, конечно, побудило искать какого-нибудь другого материала, заменяющего древесный уголь. Если бы в настоящее время вздумали получать чугун с помощью древесного угля, то в несколько десятилетий исчезли бы с лица земли леса всех культурных стран.

Для замены древесного угля в Англии стали прибегать к каменному, хотя, собственно говоря, доменный процесс нельзя вести прямо на каменном угле, вследствие следующего обстоятельства. Надобно вспомнить то, что при горении каменного угля он сначала отчасти размягчается, так как в печном жару из него выделяются смолистые вещества. При засыпании в домну каменного угля, вместо древесного, размягченные массы его слиплись бы между собою, что значи-

тельно затруднило бы прохождение вдуваемого воздуха и сделало бы невозможным ход доменного процесса. Для устранения этого недостатка каменный уголь стали превращать в кокс, т.-е. помещали каменный уголь в закрытое пространство, где бы он не мог гореть по недостатку воздуха, и накаливали его, т.-е. делали то же, что делается для получения древесного угля из дерева. При этом получался остаток, представляющий собою кокс (см. стр. 29). Об улетающих же, вследствие нагревания, веществах не заботились, не придавая им никакой цены. После такого нагревания из каменного угля удаляются все летучие и легкоплавкие вещества, а остающийся кокс представляет твердый, неплавкий горючий материал, вполне пригодный для доменного процесса.

Таким образом с 1700 г. домны стали работать на коксе, и производство чугуна начало сильно возрастать в тех местах, где легко можно было получать кокс. Возрастание это шло постепенно, но с начала прошлого столетия оно значительно ускорилось и приняло такие обширные размеры, которым не видно предела.

Благодаря значительной твердости кокса, высоту доменных печей можно доводить до 30 метров (14 сажень), и содержимое домен при такой высоте их все таки не сплющивается в компактный слой. В течение суток домна потребляет громадное количество сырого материала— руды, каменного угля и прибавок; поднятие и засыпание их в домну было бы невозможно при старых, несовершенных способах передвижения и легко осуществляется в настоящее время, благодаря железным дорогам и паровым машинам.

В начале прошлого столетия домна на древесном угле доставляла, например, в Штирии от 180 до 240 пуд. чугуна в сутки; коксовая же домна в 1875 г. давала за то же самое время 6.000 пуд., а в настоящее время до 30.000 пуд. чугуна ¹⁾.

Заключительным словом техники в развитии современных доменных печей с такой громадной производительностью является панцирная домна, которая устроена уже не из камней или кирпичей, а почти сплошь из чугуна, и только внутри выложена слоем огнеупорных кирпичей толщиной в 10 сантиметров. Такой железный панцирь должен подвергаться постоянному охлаждению, причем на квадратный метр этой панцирной поверхности затрачивается в ми-

¹⁾ В Америке есть доменные печи, дающие в сутки 49.166 пудов чугуна.

нугу для охлаждения ее 6 литров воды. В то время как в 1800 г. на производство 1 тонны чугуна шло 8 тонн кокса, в 1850 г. уже требовалось всего 3 тонны, а в 1900 г. одна тонна,—количество, весьма близкое к теоретической величине потребного топлива. Как велико значение железа в народном хозяйстве, видно хотя бы из того, что в 1900 г. стоимость добытого в течение года железа в $1\frac{1}{2}$ раза превышала стоимость всех остальных добытых за год металлов, включая сюда и золото и серебро.

На ряду с улучшением постановки доменного процесса идет непрерывная работа над разъяснением химических процессов, происходящих в домне, так как на самом деле они не так просты, как мы их представили в нашей схеме добывания чугуна. И по мере того, как стало выясняться громадное влияние процентного содержания углерода в железе на различные свойства последнего, одновременно стали достигать изумительных успехов в изготовлении разных сортов железа. Благодаря этим успехам, в последнее время, например, значительно развилось производство и применение стали.

В настоящее время нельзя уже говорить в прежнем смысле об искусстве выплавки железа, так как техника доменного дела стала вполне достоянием ученых техников; условия же существования и деятельности доменной печи определяются исключительно экономическими факторами, а не специальными техническими сведениями самого железозаводчика. Этим и объясняется такое на первый взгляд странное явление, как устройство громадных доменных печей вблизи Штетина, находящегося в местности, не содержащей ни угля, ни железной руды, ни необходимого для шлака известняка. Но Штетин большой морской порт и может получить все эти сырые материалы из Англии и Швеции.

Итак, мы видели уже, что недостаток древесного угля заставил Англию перейти на коксовые доменные печи; получавшийся из них чугун шел или на приготовление литых чугунных изделий, или перерабатывался на сталь и ковкое железо. Эта переработка, называемая фришеванием, производилась в кузнечном горне при сильном доступе воздуха, причем углерод чугуна выгорал с 2,5% до $\frac{1}{2}$ %, и чугун превращался в ковкое железо.

Горючим материалом для этой операции может служить только древесный уголь, так как зола каменного угля или кокса содержит такие составные части, которые, приходя в соприкосновение в нака-

ленном состоянии с чугуном, воздействуют химически на последний в неблагоприятном смысле; железо, приготовленное на коксе, является совершенно негодным.

Таким образом, несмотря на то, что научились получать чугун в громадных массах и по дешевой цене, железо оставалось попрежнему сравнительно дорогим материалом, так как, во-первых, его вырабатывали на дорогом древесном угле и, во-вторых, железо производилось, так сказать, кустарным путем, в небольших количествах, ибо получали его, как и в прежнее время, обработкой кусков чугуна в кузнечном горне на дорогом древесном угле.

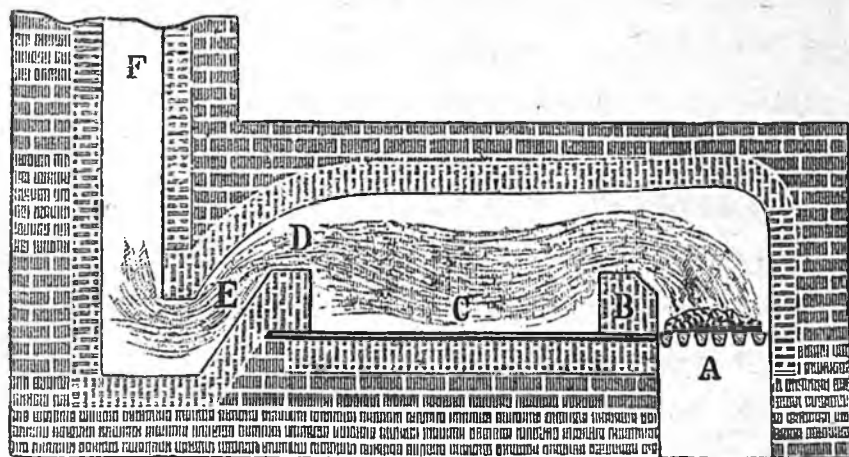


Рис. 20. Пудлинговая печь. А—колосниковая решетка, на которой горит топливо. В—порог, разделяющий топливо от нагревательного пространства. С—нагревательное пространство, на котором чугун плавится и пудлингуется. D—отделяет нагревательное пространство от E—дымового хода, по которому газообразные продукты горения выводятся в F—вытяжную трубу.

Благодаря открытию англичанина Корта, патентованному в 1784 г., произошло крупное изменение в производстве железа. Корт предложил при добывании железа отделять горящее топливо от чугуна, дабы зола горючего материала не соприкасалась с чугуном и не влияла на него. С этой целью он устроил для получения железа специальные плавильные печи. Способ, предложенный им и называемый *пудлингованием*, до сих пор еще практикуется, хотя устройство самих печей несколько другое. Как видно из рисунка 20, изображающего пламенную печь, на чугун, находящийся на поду С, действует только пламя, исходящее от горящего материала, который лежит отдельно на колосниковой решетке А. Понятно, что при таком расположении чугун не приходит в соприкосновение с золой горючего материала.

В этом нагревательном пространстве С (на поду), отделенном порогом В от топлива, можно нагревать сразу большое число кусков чугуна (болванок), причем содержащийся в них углерод постепенно выгорает до малого остатка; так как, кроме того, во избежание потерь тепла от охлаждения, печь работает днем и ночью, то этот способ, следовательно, дает возможность получать ковкое железо в больших количествах и от кустарного производства перейти к фабричному. То же самое число рабочих выделывает, пользуясь пудлинговыми печами, в 10 раз больше ковкого железа, чем они могли получить по прежнему способу фришевания; к этой выгоде присоединяется еще выгода от значительного сбережения топлива при пудлинговом способе.

До этого изобретения куски железа, полученные в кузнечном горне, подвергались проковке или ручным молотом, или же приводимым в движение водяным колесом (турбиной). Поэтому прежние кузнечные работы никогда не обладали гладкой поверхностью, и на них можно было отличать отпечатки ударов молота; это замечалось даже на полосовом железе, которое в настоящее время готовится очень гладким и как бы полированным.

Конечно, такая проковка являлась совсем неподходящей для тех масс ковкого железа, которые доставляла пудлинговая печь, почему Корт и предложил прокатку железа. При этой прокатке раскаленное железо, выходя из печи, продавливалось между двумя валами и принимало требуемую форму (см. рис. 21). Если оба вала плотно прижаты друг к другу и между ними остаются только вырезки известной формы, как в верхнем, так и в нижнем валу, то при прокатке получается полосовое или квадратное железо, совершенно гладкое, если вырезки были хорошо вырезаны. Если в верхнем валу вырезать головку рельса, а в нижнем подошву его, то при прокатке куска железа между двумя такими валами выйдет готовый рельс. При пропускании же куска железа между двумя гладкими, отстоящими друг от друга на известном расстоянии, валами получается листовое железо. Так как при прокатке раскаленного железа валы сильно нагреваются, то на них пускают сверху для охлаждения струи воды (см. рис. 21).

Как и большинство крупных изобретателей, Корт не получил никакой материальной выгоды от своих идей и работ, имевших такое громадное значение для культуры человечества. Потратив все свои средства на многочисленные опыты по металлургии железа, он умер в полной нищете.

В конце XVIII столетия Джеймс Уатт изобрел свою паровую машину. Производительность ее сначала была не велика, так как пар, необходимый для ее работы, получался в чугунных котлах, размеры которых были очень ограничены. Положение это изменилось, когда путем прокатки стало возможным получать большие листы ковкого железа. Из таких листов или, как это в настоящее время делается, из стальных листов можно склепать котлы любой величины; такие котлы могут давать одновременно массу пара и приводить в движение громадные машины.

На ряду с этими открытиями в начале прошлого столетия замечается стремление пользоваться, вместо лошадей, движущимися паровыми машинами. Английские рудники, как мы уже упоминали, в большинстве случаев находятся вблизи рек, и потому в этих местах уже издавна употреблялись обложенные деревом пути для более удобного передвижения тяжестей от рудников к рекам. С этою целью на земле клали шпалы и соединяли последние с помощью длинных брусьев в целую систему пути.

Чтобы избежать частого возобновления длинных брусьев, между которыми шли лошади, брусья эти прикрывали досками, которые по мере разрушения колесами при езде по ним заменялись новыми досками.

В 1767 г. железоделательная промышленность подверглась очень сильному кризису, причем чугун почти совсем не имел сбыта. Один из больших заводов, обладавший большим запасом чугуна, перелил часть чугуна в длинные пластины, чтобы воспользоваться им до того времени, когда удастся, наконец, его продать, и применил эти пластины на деревянных путях, вместо упомянутых

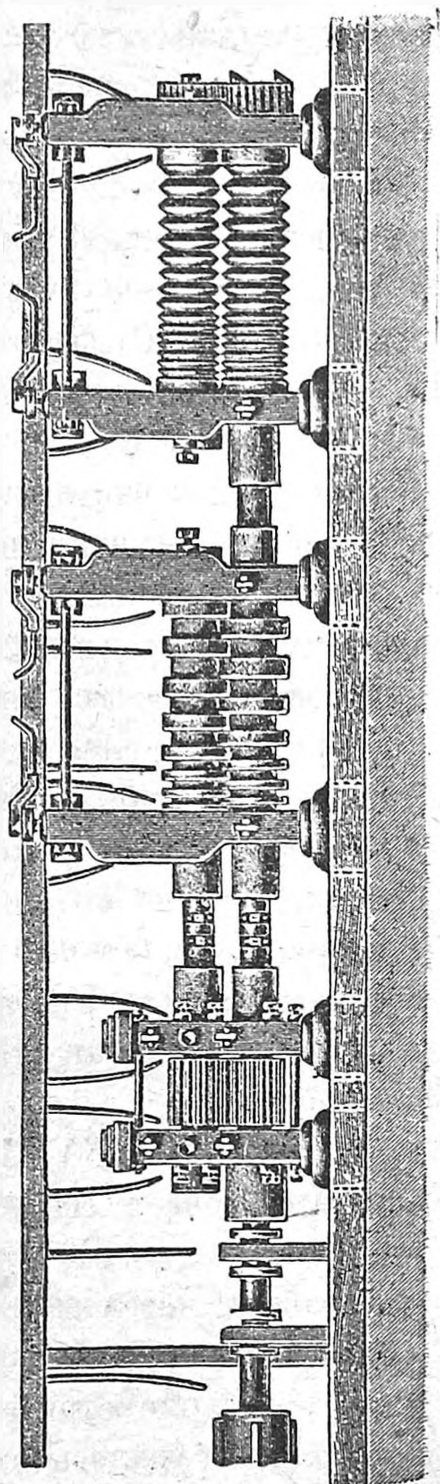


Рис. 21.

выше досок. Таким чисто случайным путем был устроен, как мы его теперь называем, рельсовый путь.

Опыт этот дал блестящие результаты: лошади могли везти гораздо большую тяжесть по этим чугунным доскам, изнашивание железа было весьма незначительно, так что по окончании кризиса не только этот рельсовый путь был сохранен, но и другие заводы завели у себя подобные приспособления. Это усовершенствование дало возможность устроить настоящий путь для повозок, движимых паровой силой; первый же сколько-нибудь годный для передвижения людей локомотив изобретен был Стефенсоном.

Если просмотреть массу неудачных предложений по устройству паровых двигателей и связанных с этими предложениями опытов, которые можно найти в английской патентной литературе того времени, то станет вполне понятным то высокое уважение, которым пользовался у своих современников изобретатель паровой машины за то, что ему первому удалось достигнуть правильного разрешения вопроса, весьма трудного и многими уже затронутого.

По изобретении способа пудлингования, ковкое железо стало весьма легко добываемым продуктом, но этого нельзя было сказать о наиболее ценном сорте железа—стали. Хотя с теоретической точки зрения, казалось бы, ничто не мешает вести пудлингование чугуна до тех пор, пока в нем не останется количество углерода, достаточное для образования стали, но на практике это не удается, и получить сталь пудлингованием так же трудно, как и фришеванием по прежнему способу.

Но в начале XVIII столетия, еще задолго до открытия пудлингового способа, в северной Франции стали готовить новый сорт стали, так называемой цементной, по особому способу. Первая научная работа, касающаяся этого способа, принадлежит жившему в то время ученому Реомюру, имя которого стало общеизвестным благодаря его термометрической скале.

Если бы удалось ввести в ковкое железо столько углерода, чтобы содержание его возросло с $1/2\%$ до $1\frac{1}{2}\%$, то железо, как мы это указывали раньше, должно перейти в сталь; на этом-то принципе и основано приготовление стали. Для получения ее устраивают ящики из огнеупорной глины такой величины, чтобы они могли вмещать до 500 пуд. железа зараз; кладут в них железные полосы, пересыпанные порошком древесного угля, и нагревают эти ящики в особых пламен-

ных печах до 1000° в течение 6—8 дней. При этом углерод постепенно проникает в толщу железа и переводит последнее в сталь.

Конечно, такая сталь не может быть однородной, так как внешние части железных полос и кусков содержат более углерода, чем внутренние. Этот недостаток пробовали уничтожить до некоторой степени сильной обработкой молотом. С 1811 г. цементную сталь начали производить и в Германии.

В 1830 г. английский часовых дел мастер Хёнстман получил вполне однородную сталь, лучше которой до сих пор не могли приготовить. Занимаясь получением стальных часовых пружин, он заметил, что большая часть их при выделке постоянно ломалась, благодаря неоднородности состава стали; производя опыты над улучшением этой стали, он нашел, что небольшие количества цементной стали можно сплавлять в тиглях в очень сильном жару.

Для нас это должно быть совершенно понятно. Если железо, содержащее 2,3% углерода, можно, сравнительно легко, расплавить, то почему бы нельзя этого сделать также с железом, более бедным углеродом, повысив только соответственно температуру.

Открытая Хёнстманом литая сталь представляет собою массу вполне однородного состава и материал, во многих случаях безусловно незаменимый. Способ Хёнстмана держался в секрете несколькими английскими фабриками, которые при этом назначали за такую сталь фантастические цены. Потребителям все таки приходилось платить такие цены, так как нигде нельзя было найти другого такого же материала. Конечно, многие техники прилагали ряд усилий для раскрытия тайны приготовления английской стали. В особенности упорно работал в этом направлении основатель Крупновских ¹⁾ железных заводов, и хотя ему и не удалось дожить до полного разрешения этой задачи, но зато сын его начал производить безупречную литею сталь, которая, главным образом, и обусловила первенствующее значение Крупновских заводов на всем земном шаре.

Приготовленная таким путем, литая или тигельная сталь не оставляет желать ничего лучшего, но, к сожалению, слишком дорога, благодаря сложности и многообразию процессов ее получения; в самом деле, сначала надобно удалить углерод из чугуна в пудлинговой печи и обратить его в ковкое железо, затем надобно обратно насытить его

¹⁾ Знаменитые сталелитейные и орудийные заводы в Германии.

углеродом многодневным накаливанием в угольном порошке, чтобы перевести железо в цементную сталь, и, наконец, еще остается сплавление этой стали в тиглях в высоком жару. Лишь в сравнительно недавнее время было установлено, что вместо цементной стали для последующего сплавления в тиглях можно брать более дешевую сименс-мартеновскую сталь, при чем получается превосходная литая сталь, пригодная и для орудий.

В 1856 г. техника получила, наконец, благодаря открытию Бессемера, сталь, близкую к тигельной, но издержки по производству которой были в десять раз меньше. По способу Бессемера расплавленный чугун переводится в плавленную сталь без всякой затраты горючего материала. В то время как пудлинговая печь, затрачивая массу угля, переводит в 24 часа 180 пуд. чугуна в ковкое железо, бессемеровский способ делает тот же перевод в ковкое железо или сталь в 15 минут и без затраты топлива.

С этой целью Бессемер помещает расплавленный чугун в грушеобразный сосуд, в дно которого проведена трубка с целым рядом отверстий для дутья. Самый сосуд склепывается из железных листов и внутри плотно обкладывается огнеупорным камнем, представляющим почти чистую кремнекислоту; делается это для защиты металлических стенок от высокой температуры, развивающейся во время производства.

Наклонив на бок эту громадную грушу (так называемый *конвертор*), в нее вливают определенное количество расплавленного чугуна. По мере возвращения ее в прежнее вертикальное положение, через дутье в дне конвертора начинают вдуть воздух с помощью воздуходувной машины. Понятно, что при таком прохождении воздуха через расплавленный чугун накаленный углерод ¹⁾ последнего начинает сгорать с громадным выделением тепла; температура при этом повышается до 1800—2000°, благодаря чему содержимое груши остается расплавленным в течение всего процесса. Таким образом, для превращения чугуна в сталь этим способом, топливо совершенно не требуется, а вся необходимая теплота доставляется при

¹⁾ *Кремний*, также содержащийся в железе, весьма близкий в химическом отношении к углероду элемент, выгорает при бессемеровании с большим выделением тепла. Попадает он в железо во время доменного процесса, так как при высокой температуре последнего небольшое количество кремнекислоты, состоящей из кремния и кислорода, восстанавливается до кремния, растворяющегося затем в железе.

выгорании углерода чугуна на счет кислорода воздуха. В 10 минут весь углерод вполне выгорает; остающееся в груше железо само по себе не имеет, в сущности, практического применения, почему к нему и прибавляют некоторое количество расплавленного чугуна, рассчитанное так, чтобы смесь раньше полученного железа с новым количеством чугуна содержала углерода как раз столько, сколько его должна содержать приготавливаемая сталь.

Обыкновенно для обуглероживания железа в конверторе прибавляют *марганцовистый чугун* (т.-е. содержащий большее или меньшее количество марганца—металла, весьма похожего на железо), который дает весьма благоприятные результаты по причинам, в разъяснение которых мы не имеем возможности входить. Так как поверхности излома у куска марганцовистого чугуна являются гладкими и сильно отражающими свет, то такой сорт чугуна называется *зеркальным*.

В настоящее время существуют металлургические заводы, изготовляющие чистый марганец, но он применяется исключительно для бессемеровского процесса, так как сам по себе не имеет технического значения.

Благодаря бессемеровскому способу, с 1856 г. является возможным массовое производство дешевой стали, так как в один конвертор можно поместить зараз от 600 до 1000 ¹⁾ пудов чугуна, которые в четверть часа превращаются в сталь. Если расплавленный чугун, по выходе его из домны, налить в конвертор и превратить его бессемерованием в жидкую сталь, затем, по некотором охлаждении стали, подвергнуть ее прокатке на вальцах и получить из нее рельсы, то выходит, что получение готовых стальных рельсов из чугуна не требует никакой затраты топлива, и что совершенно достаточно запаса теплоты, вынесенного чугуном из домны.

¹⁾ В Америке на некоторых заводах есть конверторы, превращающие 1220 пудов чугуна в сталь в 7 минут.

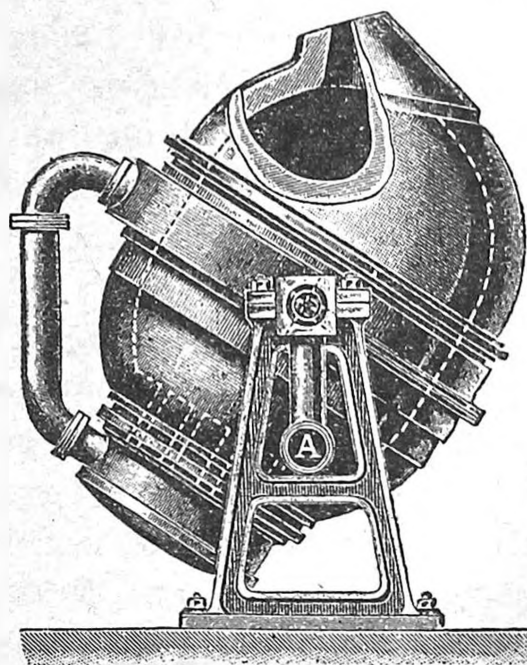


Рис. 22. Бессемеровская груша.
А—привод воздуха.

В добавление к бессемерованию мы рассмотрим еще процесс *дефосфоризации* железа, дающий возможность получать еще более дешевую сталь.

В природе находятся довольно большие количества железных руд, содержащих фосфор. Выплавленный из них чугун обладает весьма плохими качествами, вследствие содержания в нем фосфора; из него можно выливать такие изделия, как, например, чугунные решетки и т. д., т.-е. такие предметы, которые не требуют особенной прочности. Перерабатывать его на сталь или железо совершенно не стоит, так как получается весьма ломкий продукт.

Еще в 1830—1840 г.г. из химических анализов чугуна узнали, что причиной такой ломкости является присутствие фосфора, но средство удалить фосфор при выплавке чугуна в домне было неизвестно, сколько над этим вопросом ни работали. Только Томасу и Гильхристу удалось окончательно и необыкновенно удачно разрешить этот вопрос.

Многочисленные опыты показали, что если вести бессемерование так, как это предложил сам Бессемер, то при переходе чугуна в железо весь фосфор остается в последнем. Не выделенный из чугуна при бессемеровании фосфор попадает в куски стали, а также в выделанные из последней предметы, как рельсы, шпиги и т. д. Для рельсов еще допускают содержание фосфора до 0,1—0,2%; для остальных же случаев применения даже десятая часть такого количества фосфора является весьма вредной.

Таким образом при старом способе бессемерования, рассчитанного на руды, не содержащие фосфора, годился только такой материал, как, например, красный железняк Кемберленда и Вестморленда на западном берегу северной Англии, а также соответственные не содержащие фосфора руды в Испании, Алжире, Швеции, Штирии и т. д.

Поэтому в 1879 г. в соответственных кругах произвело громадное впечатление известие, что в Кливленде на восточном берегу Англии, где не встречается руд, не содержащих фосфора, на громадном заводе Болкоу, Воган и К^о удалось получить в бессемеровской груше свободную от фосфора сталь из фосфористого чугуна.

До изобретения бессемеровского способа железнодорожные рельсы готовились из ковкого железа, так как получить стальные было не так легко. По открытии же этого способа положение дела

стало совсем другое. Бессемеровским способом можно получать стальные рельсы так дешево и в таких громадных количествах, что они совершенно вытеснили рельсы из мягкого железа, в особенности в виду их большей прочности.

Таким образом в Кемберленде, т.-е. на западном берегу Англии, развилось громадное производство стальных рельсов из бессемеровской стали, пользуясь местными, не содержащими фосфора, рудами; в Кливленде же их не вырабатывали, ибо местные руды, вследствие присутствия в них фосфора, не годились для добывания стали. Производство же железных рельсов, вполне возможное, благодаря малому содержанию фосфора в кливлендских рудах, должно было постепенно прекратиться, так как железные дороги все более и более переходили на стальные рельсы.

Для того, чтобы продолжать свою деятельность и не оставлять втуне громадных приспособлений для выделки рельсов, Кливлендский завод стал выписывать испанские железные руды, свободные от фосфора. Из них выплавляли сначала чугун, который потом переделывался на бессемеровскую сталь.

Новая постановка дела дала для завода прекрасные результаты, но не принесла полного удовлетворения, так как вопрос о переработке богатых залежей местных руд и о выделке из них бессемеровской стали все же оставался открытым. Вопрос этот был разрешен двумя выше-названными техниками следующим способом.

Мы уже говорили раньше, что Бессемер, для предохранения своих груш-конверторов от действия сильного жара, обкладывал их внутри по возможности огнеупорным материалом, который содержал много кремнекислоты и являлся с химической точки зрения кислым. Томас же и Гильхрист, наоборот, предложили устраивать обкладку груш из кирпичей основных, содержащих много извести, т.-е. основания; кроме того они вместе с чугуном добавляли в конвертор достаточные количества извести, как основного материала.

При высокой температуре, развивающейся в бессемеровском конверторе во время работы, выгорает, как мы видели, углерод чугуна, а также и фосфор, причем последний образует фосфорную кислоту. При первоначальном бессемеровском способе эта кислота так и оставалась в содержимом груши и затем опять передавала свой фосфор железу; при томасовском же способе она вступает в соединение с обкладкой груши (футеровкой), соединяется с известью, образуя фос-

форнокислую известь, и в этом виде переходит в шлаки. Вместе с тем из образующейся в груше стали удаляется и фосфор.

Таким образом вопрос о дефосфоризации железа в бессемеровской груше был решен этим способом. Фосфористый чугун дает свободную от фосфора сталь, а образовавшаяся фосфорная кислота задерживается основной футеровкой.

Получающаяся при этом фосфорнокислая известь подвергается измельчению и составляет так называемую томасовскую фосфатную муку (см. стр. 44), которой сельские хозяева удобряют свои луга. Таким образом весьма вредный для железа фосфор переведен в соединение, имеющее очень хороший сбыт, что, конечно, ведет за собою необыкновенное удешевление стали; кроме того, в настоящее время заводчики при основном способе бессемерования прибавляют не чистую известь, а содержащий фосфорную кислоту известняк, который в больших количествах добывается теперь в Алжире ¹⁾, и таким образом увеличивают содержание фосфорной кислоты в шлаках, что, конечно, приносит им большую выгоду. Прибавим к этому еще, что, во-первых, железные руды, содержащие фосфор, дешевле, чем не содержащие фосфора, так как они гораздо более распространены по всем местам на земле: до 90% всех месторождений железных руд, вследствие высокого в них содержания фосфора, не пригодны для переработки по старому, кислому бессемеровскому способу. Во-вторых, по томасовскому способу можно получать ковкие сорта железа, весьма бедного углеродом, которые более напоминают ковкое железо, чем сталь, а потому правильнее их называть плавленным железом, а не плавленной сталью. Благодаря этим обстоятельствам пудлингование, приспособленное специально для получения мягкого железа и обходящееся довольно дорого, получило весьма опасного конкурента в томасовском способе.

Было бы ошибочно думать, что описанный только-что способ был открыт изобретателями сразу; напротив, он был выработан путем долголетних и упорных трудов. Одно изготовление подходящих огнеупорных основных кирпичей для внутренней обкладки конвертора потребовало многолетней работы и большой затраты денег, причем, сверх того, не было полной уверенности, что то, что удалось в малых размерах, может быть осуществлено в больших заводских разме-

¹⁾ Французская колония на северном берегу Африки.

рах. Так как большинство крупных изобретений является результатом многолетних работ, а не случайной игры ума отдельных людей, то по обнаружении этих изобретений обыкновенно возникают споры о первенстве. Так, например, мысль применить в Бессемеровской группе основную футеровку (обкладку) для удаления фосфора из чугуна была высказана еще в 60-х годах и затем в 1875 и 1878 г.г. подвергалась неоднократно обсуждению в соответственной литературе многих стран, но во всех этих случаях к ней относились, как к невыполнимому проекту, пока в 1879 г. в Англии не удалось вполне практическое ее применение.

Перейдем теперь к превращению чугуна в ковкое железо путем так называемого отпускания (темперования). Получение из ковкого железа многих предметов, как, например, ключей, задвижек, затем Т-образных угольников, употребляемых при проведении газа в жилых помещениях, представляет трудную и дорогую работу, а потому их изготовляют путем отпускания, если толщина их не превышает известных размеров. Для этого чугун выливают в соответственные формы и полученные таким образом изделия складывают в огнеупорные ящики, пересыпая окисью железа или, что еще проще, естественной железной рудой. При нагревании этих ящиков в течение многих (10—20) дней до красного каления кислород окиси железа постепенно выжигает углерод чугуновых изделий, причем они становятся настолько бедными углеродом, что, по вынутии из ящиков, проявляют все свойства ковкого железа и могут подвергаться соответственной обработке. Вследствие большого дефекта этого способа—большой длительности—у него постепенно возник опасный конкурент, который со временем уничтожит его вполне; конкурент этот—фасонное стальное литье, т.-е. непосредственное выливание предметов из жидкой стали.

Кроме того, существует еще один способ приготовления стали. Чугун содержит 2,3% углерода, а ковкое железо около $\frac{1}{2}\%$; если сплавить их вместе, то при соответственно выбранных количествах получается средний продукт (см. стр. 220), который, смотря по содержанию углерода, относится или к плавленной стали, или к плавленному железу.

Сначала выполнение этого способа заводским путем представляло то затруднение, что долгое время не могли устроить пламенной печи, температура которой была бы достаточно высока для сплавления чугуна с неплавким железом и образования стали.

Впервые такая сталь была получена французом Мартеном, но только в 1885 г. Сименсом была предложена печь, в которой легко было изготовлять сталь по этому способу.

Говоря о пудлинговании, мы уже упомянули, что этот процесс мало изменился со времени изобретения его Кортм; все изменение касалось главным образом способа отопления. Для своих пламенных печей Корт должен был употреблять хороший, дорогой сорт каменного угля, дающий длинное пламя. В настоящее же время нагревание производится с помощью горящего газа, который образуется в специально для того устроенных *генераторах*.

Для устройства газового отопления, горючий материал, который, кстати заметим, может не отличаться высокими качествами, накладываются высоким слоем на колосниковую решетку. Благодаря толстому слою топлива, углерод его не получает достаточного количества воздуха для полного сгорания, поэтому из «генератора» выделяется не углекислота, а горючая окись углерода (см. стр. 225), а также другие горючие газы, развивающиеся из горючего материала от действия жара. Газы эти также не могли сгорать, благодаря недостатку воздуха. Само собою разумеется, что ко всем этим газам примешан также азот, поступающий в печь с воздухом через колосниковую решетку.

Из вышеизложенного ясно видна разница между генераторным и светильным газом, так как последний, получающийся нагреванием угля в ретортах, т.-е. в отсутствии воздуха (см. стр. 28), вполне свободен от азота и состоит только из горючих газов.

Выходящие из генератора горючие газы проводятся в пламенную печь, где и сгорают, смешиваясь с отдельно проведенным туда воздухом. Генераторы для производства газа из самых дешевых отбросов угля, содержащих много камней, придуманы *Мондом*. Они имеют ту особенность, что через них длительно проводится водяной пар, причем они дают особенно дешевый газ.

Громадное улучшение в газовом отоплении принесло изобретение *регенераторов*. Газ, по сжигании его в печи, выделяется затем в трубу в виде накаливаемых газообразных продуктов горения, и, следовательно, значительное количество тепла бесполезно уносится газами в воздух. Применение же регенераторов дает возможность задерживать и утилизировать эту теплоту. С этой целью накаливаемые газообразные продукты горения, которые как будто исполнили уже

все, что от них требовалось, и обыкновенно отводились в дымовую трубу, отводят теперь из печи в особые камеры, сплошь заложённые решетками из огнеупорных кирпичей; при прохождении этого газа по ходам между кирпичами он нагревает их и, теряя значительную часть тепла, охлажденный уходит в дымовую трубу. Эти раскаленные камеры и суть регенераторы.

Горючий газ по выходе из генератора, т.-е. места, где он образуется, предварительно пропускают через такую накаленную камеру—регенератор; при этом газ, понятно, сам накаливается, забирая теплоту из регенератора, и затем поступает в пламенную печь, где и встречается с воздухом, необходимым для его сжигания.

Что касается воздуха, то и его также предварительно пропускают через накаленный регенератор, после чего он поступает в печь, где и сжигает генераторный газ. Таким образом, теплота, которая раньше была уносима газообразными продуктами горения в дымовую трубу и безвозвратно терялась, теперь, благодаря системе регенераторов, задерживается и вновь возвращается в печь.

Так как с помощью заслонок можно соединять или разъединять регенераторы с печными ходами, то является возможность попеременно применять одни камеры для предварительного нагревания генераторного газа и воздуха, а другие, остывшие, вновь нагревать теплотой выходящих газов.

Сбережение горючего материала при новом способе отопления доходит до 40—50% сравнительно со старым.

Применение генераторов и регенераторов давало повод думать, что с их устройством мы уже подошли к высшему пределу возможности использовать горючий материал для целей нагревания. Но знаменитому Фридриху Сименсу в 1895 г. удалось, так сказать, превзойти самого себя. В только-что описанной системе отопления весь сгоревший газ уходит в дымовую трубу и следовательно весь углерод топлива выделяется в виде углекислоты в воздух. Что же нового делает Сименс? Он берет часть этого вполне сгоревшего газа, часть, которая определяется условиями данной системы, смешивает ее со свежим воздухом, потребным для горения топлива в генераторе, и пускает эту смесь в генератор; при этом раскаленная углекислота дымовых газов встречается с раскаленными горящими угольями и образует, конечно, окись углерода, горючий газ, который затем сгорает в печи, развивая тепло. Таким образом Сименсу удалось взять из дымовой

трубы часть углекислоты, превратить ее углерод еще раз в окись углерода и еще раз его сжечь. Но с этим изобретением мы подошли к границе возможного, и после Сименса никто из изобретателей не будет в состоянии при помощи генераторов и регенераторов достигнуть еще лучшего использования горючего материала.

Тем не менее даже в таких пламенных печах, снабженных генераторами и регенераторами, получение плавленной стали и железа не удавалось, пока Сименс не предложил особенного устройства печи. Исходя из чисто теоретических взглядов на природу пламени, он пришел к заключению, что для проявления наивысшего жара пламя не должно ударять в стенки печи, а гореть в виде огромного языка (свободное пламя).

До 1885 г. пламенные печи устраивали такой величины, чтобы пламя по возможности наполняло всю печь. Сименс же предложил увеличить размеры печи и получил при этом замечательные результаты. Температура в такой печи оказалась настолько высока, что даже самые огнеупорные камни с трудом выдерживают ее; понятно, что благодаря этому выплавка железа или стали производится очень легко. Сначала при работе по способу Сименса-Мартена обкладку печей делали кислую (т.-е. с большим содержанием кремнекислоты), но затем стали употреблять основную обкладку и перерабатывать материал, содержащий фосфор, причем окончательный продукт являлся вполне свободным от фосфора.

Начиная с 1898 г., стали устраивать эти пламенные печи таким образом, чтобы содержимое печей, после того как оно пришло во вполне готовое состояние, можно было удалять простым переворачиванием печи и не тратить времени на выпускание готового жидкого материала через узкое выпускное отверстие; с 1899 же года печи эти устраивают еще проще, а именно так, чтобы получающийся готовый материал вытекал непрерывно из печи по мере его образования.

Железо, выплавленное по основному способу Сименса-Мартена, обладает такими прекрасными качествами, в особенности так хорошо сваривается, что старое пудлинговое железо получает в нем еще более опасного конкурента, чем железо, полученное по томасовскому способу. Так как при выплавке такого железа (т.-е. железа по Сименсу-Мартену) можно перерабатывать и сплавлять старый чугуновый и железный лом, легко приобретаемый в больших количествах и по

дешевым ценам, то, следовательно, можно получать весьма дешево прекрасные сорта железа. Когда все эти новые открытия окончательно отвоюют почву у дорогого puddингования,—покажет, конечно, будущее.

Итак, мы познакомились с постепенным развитием производства железа вплоть до наших дней. Что касается добывания других металлов, как, например, меди, свинца, никкеля и т. д., то мы уже упоминали на стр. 218, что добывание это сводится в общих чертах к превращению природных руд в металлические окислы и восстановлению этих последних углем. Некоторое исключение представляет цинк, а также добываемый в последнее время в больших количествах алюминий, о которых мы сейчас поговорим.

Раньше украшением многих старинных построек—церквей и замков—были красивые патинированные ¹⁾ медные крыши. И теперь для покрывки зданий употребляют металлические листы и даже гораздо чаще, чем раньше, но с той только разницей, что уже более не применяются медные листы, но почти всегда цинковые. Они постепенно приобретают некрасивый серый цвет, но зато стоят очень дешево. Раньше же их не применяли потому, что только сто лет тому назад научились изготовлять их.

Причиной того, что металлический *цинк* и цинковая жечь стали известны людям довольно поздно, является следующее обстоятельство. При нагревании окиси цинка с углем, окись теряет свой кислород и восстанавливается до металла так, что образуются цинк и окись углерода; но температура, при которой происходит эта химическая реакция, настолько высока, что цинк, благодаря своей, сравнительно, большой летучести, получается в газообразном виде. Поэтому, если нагревать окись цинка с углем в таких печах, в которых обыкновенно восстанавливают руды в металлы, то цинк скоро начнет выделяться в виде паров; но пары эти, встречая кислород воздуха, сгорают опять в окись цинка, так что таким путем нет возможности получить металл.

В Европе стали добывать цинк в середине XVIII столетия (китайцам он, кажется, был раньше известен) и добывали его, нагревая окись цинка с углем не в печах, но в ретортах, т.-е. в закрытом пространстве, обогреваемом снаружи огнем. Пары цинка, образующиеся

¹⁾ Пatina—красивый зеленый налет на бронзе. Бронза—сплав меди с оловом.

в этих ретортах, уже не могут сгорать, благодаря отсутствию воздуха; постепенно охлаждаясь, они сгущаются в жидкий металл, так что цинк получается в сущности путем перегонки из реторты. Получение же цинковой жести из этого довольно хрупкого цинка стало известным только с 1835 г., и громадное количество цинка в данное время перерабатывается исключительно на цинковую жесть.

Один из наиболее поздно появившихся в житейской практике металлов, а именно алюминий, весьма резко отличается от упомянутых нами выше металлов. Металл этот один из самых распространенных на земном шаре; кислородное соединение его, окись алюминия, есть так называемый глинозем, т.-е. составная часть глины; название же алюминий происходит от латинского названия квасцов—alumen, о которых уже давно было известно, что они представляют собою соединение глинозема, а именно двойную соль сернокислого калия и сернокислого алюминия (см. стр. 128).

Кроме того, нам известно, что всякая глина (см. стр. 119) есть кремнекислый глинозем, или, говоря точнее, кремнекислая окись алюминия, и каждый горшечный черепок также представляет с первого взгляда сырой материал—руду для получения алюминия. Так было бы, если бы окись алюминия, подобно другим металлическим окисям, восстанавливалась углем в металл, но эта реакция не имеет места для окиси алюминия, так как сродство кислорода к алюминию более сильно, чем сродство к углероду, и, следовательно, уголь не может отнять кислород от окиси алюминия.

В лаборатории можно получать металлы не только путем восстановления их окисей углем, но и с помощью целого ряда других более сложных способов, и металлический алюминий впервые был получен в 1827 г. по одному из таких способов. Затем, начиная с 50-х годов, был сделан целый ряд попыток приложения таких чисто лабораторных способов к заводской практике для получения алюминия.

Обширные опыты, стоившие больших денежных затрат, были произведены в этом направлении по предписанию Наполеона III, желавшего снабдить своих солдат во время Крымской кампании необходимыми для них металлическими вещами, сделанными из легкого металла. Способ, выработанный при производстве этих опытов, был применен на практике, но алюминий, полученный таким чисто химическим путем, был очень дорог, и добывание его вряд ли могло быть удешевлено, не приди на помощь электричество, энергия кото-

рого давно уже применялась в лабораториях для получения металлов. Такое применение электричества дало возможность получать большое количество алюминия и по весьма дешевой цене.

Электричество давно уже применялось на практике, но исключительно с целью выделения некоторых металлов из раствора, при чем малоценные металлы могли быть покрываемы слоем более ценного металла; таким путем производилось *гальваническое* золочение, серебрение, никкелирование и т. д. Для получения же собственно металлов этот процесс был слишком дорог.

Процесс этот называется *гальванопластикой*, и с 50-х годов прошлого столетия с помощью его стали получать большое количество посеребренных изделий. Искусство осаждения прочного слоя одних металлов на другие путем электрического тока было открыто в 1839 г. До этого года выделенные электрическим путем металлы получались обыкновенно в виде хрупких, легко рассыпавшихся кусков. С середины прошлого века были в большом ходу посеребренные таким способом металлы, в настоящее же время очень распространено гальваническое никкелирование, так как никкель почти не подвергается действию воздуха и воды, а потому покрытые никкелем предметы очень долго сохраняют свой блеск.

Надобно заметить, что действие электричества на химические соединения давно уже подвергалось исследованию. Так, в 1775 г. знаменитый английский химик Пристлей сообщил, что искра, получающаяся при возбуждении электричества путем трения (а это был тогда единственный известный источник электричества), разлагает аммиачный газ. Мы знаем уже, что аммиак есть соединение азота и водорода (см. стр. 29). Если через него пропускать электрические искры, то по истечении некоторого времени вместо аммиака находят смесь обоих газов, т.-е. азота и водорода. Кто бы мог тогда подумать, что это наблюдение через 100 слишком лет подарит миру новый металл—алюминий.

В 1782 г. было сделано открытие, что электрическая искра разлагает воду на ее составные части—водород и кислород, а в 1800 г. было констатировано, что такое разложение производится не только электричеством от трения, но и открытым в 1790 г. *гальваническим током*.

Так как последний может быть получаем без особенного труда с помощью так называемых гальванических батарей и, во всяком слу-

чае, манипуляции с ним гораздо более удобны, чем с электрической искрой, получающейся от электрической машины, то стали далее более ревностно исследовать воздействие его на химические соединения и в 1806 г. добыли поразительно легкий металл *калий* из калийных соединений, а вскоре и металл *натрий* из натриевых соединений; оба эти металла были добыты таким образом впервые с помощью «электролиза».

Оба эти металла принадлежат к числу так называемых легких металлов; они легче воды и обладают столь энергичным средством к кислороду, что брошенные на воду загораются. Причина этого явления заключается в следующем: отнимая у воды кислород для соединения с ним, металлы эти выделяют такое большое количество тепла, что водород, освобождающийся при этом из воды (вода ведь состоит из кислорода и водорода), загорается на воздухе и воспламеняет самые металлы.

В силу таких свойств, металлы эти не имеют применения в жизни. Наоборот, алюминий хотя и очень легкий металл, но весьма устойчив по отношению к воздуху и воде и потому может иметь широкое практическое применение.

После бесконечного числа неудачных опытов удалось, наконец, получить алюминий с помощью электрического тока. Суть этого способа настолько проста и легко понятна, что даже трудно себе представить, каких бесконечных трудов стоило изобретение этого способа, притом описание этого способа кажется гораздо проще, чем проведение его на практике. Глинозем, т.-е. окись алюминия, вносят в расплавленную смесь криолита (см. стр. 188) и плавикового шпата—двух минералов, встречающихся в природе в больших количествах, и проводят через эту расплавленную массу электрический ток, пользуясь для этого электрической печью (см. рис. 13 на стр. 330). Главной причиной блестящих успехов, полученных при помощи электрических печей, является то обстоятельство, что в этих печах жар развивается посреди нагруженного материала, предназначенного для плавления. Это явление представляет полную противоположность со всеми другими старыми способами нагревания, при которых возможно нагревание сосуда, например, тигля, только снаружи, а не изнутри; благодаря такой особенности нагревания электрическим током, вряд ли существует какая-либо задача в области техники нагревания, которая не может быть разрешена этим способом. В электрической печи окись

аллюминия распадается на свои составные части: металлический аллюминий, собирающийся в расплавленном состоянии на дне сосуда, и кислород, выделяющийся в газообразном виде. Этим способом была, наконец, удачно разрешена задача получения аллюминия в металлическом виде.

Изменение цен на аллюминий шло таким путем: в 1855 году 1 килограмм (2,4 ф.) аллюминия стоил 1000 марок (1 марка стоила тогда приблизительно 47 коп.), в 1856-м—300 м., в 1886-м—100 м., в 1908-м—2 марки, в 1911 г.—1 м. 10 пфен. В 1910-м году металлического аллюминия было добыто 50.000 тонн.

Должно заметить, что широкие надежды, возлагавшиеся на этот металл, во многих отношениях не оправдались. Так, например, производство различных мелких предметов домашнего обихода, как-то: ножей, вилок, ключей и т. д., которые стали изготовлять из аллюминия в значительных количествах после того, как он сильно подешевел, затем сильно упало, так как эти вещи мало пошли в ход. Точно также пришлось отказаться от мысли применять аллюминий и его сплавы (ради их легкости) при устройстве морских судов, так как и аллюминий и его сплавы оказались недостаточно устойчивыми по отношению к разъедающему действию морской воды. Но вместе с тем постепенно пришли к заключению, что из него можно готовить всякие сосуды (нагревательные) для химических и пивоваренных заводов и кроме того и кухонную посуду, вследствие чего спрос на него быстро поднялся. В 1907 г. удалось устранить затруднения относительно спайки аллюминия, которая раньше не удавалась, а именно Шооп показал, что аллюминий можно прекрасно паять автогенным способом (см. стр. 35). Вследствие этого аллюминий становится все более и более серьезным конкурентом меди.

В настоящее время аллюминий получил большое техническое значение. Так, при действии аллюминия получают из кислородных соединений такие металлы, как марганец, хром. Очень большое применение имеет так называемый термит. Это смесь аллюминия в порошке с окисью железа, зажигается она при помощи особых патронов (смесь перекиси бария с аллюминием в порошке),—происходит реакция, в которой аллюминий вытесняет железо, и температура поднимается до 3000°.

Термит применяется для соединения трамвайных рельсов, спайки отдельных частей и т. д. С 1911 г. удалось при помощи электро-

лиза получить, пригодное для технических целей железо, из его растворов, при нагревании их до 120° . Это—единственный сорт железа, не содержащий ни малейшей примеси углерода, и представляет собою идеальный материал для электромагнитов; мотор, нормально дававший $\frac{1}{2}$ лошадиной силы, при применении электролитного железа давал в течение нескольких месяцев 1,3 лошадиной силы, не ослабевая в своем действии.

Лекция двенадцатая.

Сплавы.—Монеты.—Бронза.—Патина.—Латунь.—Томпак.—Золото тальми.—Нейзильбер.—Альфенидный металл.—Британский металл.—Типографский сплав.—Никкелевая сталь.—Алкалоиды.—Морфин.—Метан.—Бензол.—Пиридин.—Кониин.—Хинолин.—Кайрин.—Антипирин.—Фенацетин.—Наркотические вещества.—Хлорал.—Эфир.—Гофманские капли.—Хлороформ.—Антисептические средства.—Иодоформ.—Карболовая кислота.—Сулема.—Салициловая кислота.

В практической жизни металлы применяются не только в чистом виде, но из них также готовят путем сплавления смеси, называемые *сплавами*, свойства которых во многих случаях имеют гораздо большее практическое значение, чем свойства отдельных металлов, входящих в состав сплавов.

Из весьма употребительных сплавов мы можем указать на бронзу и латунь.

Бронза есть сплав меди с оловом, с преобладающим содержанием первого металла. Она представляет один из древнейших сплавов, известных человечеству. До изобретения железа, по мнению многих исследователей, люди приготовляли все свои металлические сосуды из бронзы, почему этот период и называют бронзовым веком; по мнению некоторых исследователей, должно допустить существование предшествовавшего бронзовому медного века.

Бронзу получают в настоящее время в больших количествах и применяют для самых разнообразных целей. В форме пушек, которые только недавно стали заменяться пушками из литой стали, она приносила свое немаловажное для судьбы народов слово.

В надежде найти наилучший сплав для литья пушек, различные государства произвели бесчисленный ряд опытов над приготовлением такого сплава; если бы собрать вместе все, что было написано по этому вопросу, то составила бы целая библиотека.

Выдающееся качество бронзы, как литейного материала, дает повод применять ее в особенности для произведений искусства, и целый ряд бронзовых статуй является прекрасным подтверждением этих свойств. Притом эти произведения искусства, стоя на открытом воздухе, не только не страдают от времени, но и приобретают постепенно весьма красивую ржавчину, которую называют *патиной* ¹⁾. Особенность патины состоит в том, что на ряду с малахитово-зеленым цветом ее все-таки сохраняется металлический оттенок самой статуи, так как блеск металла просвечивает через самую краску—патину.

Благодаря этой особенности существует большая разница между патинированием статуй и покраской их; статуи можно покрыть таким лаком, который будет блестеть, но этот блеск чисто наружный, а не исходит из глубины, как это имеет место при патине.

Медь может точно также легко давать сплавы с цинком; сплав этот, под названием *латуни*, имеет большое применение. Хотя цинк стал известен всего с XVIII столетия (см. стр. 245), тем не менее давно уже было известно, что если при выплавке меди прибавить предварительно другой особенной руды, которую в древности называли *кадмией*, а позже *галмеем*, то полученная медь будет обладать не красным, а желтым цветом. Эта кадмия или галмей и есть то, что мы теперь называем цинковыми рудами. Еще за 330 лет до Р. Х. Аристотель ²⁾ писал: «в Индии добывают медь, которая отличается от золота только своим вкусом». В то время как золотые кубки являются весьма удобными для питья, при употреблении кубков, сделанных из металла, содержащего медь, чувствуется всегда металлический привкус; это обстоятельство Аристотель считает подходящим аналитическим признаком для распознавания золота от медного сплава.

При известном соотношении между цинком и медью латунь вполне напоминает золото. Сплав этот под названием *томпака* служит для приготовления многих изделий; если в состав сплава входит еще не-

¹⁾ Если вблизи бронзовых статуй сожигается много каменного угля, то статуи страдают от этого, во-первых, потому, что покрываются сажею, копотью, и, во-вторых, потому, что образующаяся при горении угля сернистая кислота (см. стр. 167) настолько иногда мешает образованию патины, что последняя может совсем не образоваться на статуе.

²⁾ Аристотель—знаменитый греческий философ и естествоиспытатель. Умер в 322 г. до Р. Х.

которое количество свинца, то цвет его сильно напоминает золото, но такой сплав мало устойчив на воздухе, легко окисляется, и потому томпак имеет плохой вид. Если такой томпак покрыть небольшим слоем золота, то получается так называемое *золото тальми*.

Нейзильберг, представляющий сплав меди, цинка и никкеля, играл значительную роль в промежутке между 1820 и 1860 годами, но появление на рынке гальванически посеребренных изделий оттеснило его на задний план. Сначала серебрили нейзильбер для получения так называемого *альфенидного металла*, но вскоре вместо нейзильбера стали употреблять для серебрения более дешевые белые сплавы, как, например, *британский металл*, представляющий сплав 90 частей олова и 10 частей сурьмы; в настоящее же время употребляются еще более дешевые сплавы.

В заключение упомянем еще о составе одного сплава, который хотя, может быть, многим и не попадался в руки, но тем не менее играл и играет громадную роль в деле нашего духовного развития,—это *типографский сплав*.

Важнейшая составная часть его—свинец, который сплавлен затем с сурьмой, с небольшим количеством олова и других тому подобных металлов. До сих пор, к сожалению, не удалось изготовить такой типографский сплав, который не содержал бы свинца, но обладал бы такими же свойствами, как свинцовый сплав; мы говорим—к сожалению, так как замена свинца другим безвредным металлом окончательно бы устранила возможность тяжелых заболеваний, встречающихся среди наборщиков, вследствие хронического отравления свинцом.

Таким образом, мы видим, что столь употребительные металлы, как медь, цинк и другие, проявляют еще многие ценные свойства в виде сплавов с другими металлами. Исключением в данном случае являлось столь подробно рассмотренное нами железо, которое тщетно до 1895 года пытались улучшить примесью других металлов. В настоящее время, как это показали опыты на французских заводах, удалось повысить твердость стали прибавлением к ней некоторого количества никкеля, а именно твердость наилучшей литой стали относится к твердости никкелевой стали, как 4 к 7, и следовательно никкелевая сталь почти в два раза тверже обыкновенной стали. Благодаря этому в последнее время никкелевую сталь начали применять для изготовления орудий крупного калибра, для торпедных лодок,

а также для покрытия броней военных кораблей, несмотря на высокую ее стоимость.

Кроме того, никкелевая сталь не ржавеет в морской воде, и на ней, в противоположность обыкновенной стали, не развиваются толщи растений и колонии моллюсков, которые сильно понижают скорость хода судна, делая поверхность его не гладкой, вследствие чего трение при движении сильно возрастает; поэтому устройство сложных и дорогих доков для очистки военных судов от этих наростов при применении для обшивки никкелевой стали становится уже не таким необходимым. Если в данном вопросе достигнуто такое существенное улучшение, то кроме того, благодаря никкелевой стали, стало возможным изготовление больших, занимающих теперь общее внимание, паровых турбин. В этих турбинах колеса, имеющие от 2-х до 3-х метров в диаметре, должны совершать до 4000 оборотов в минуту. При этом развивается центробежная сила такой мощности, что чугун разорвался бы, как лист бумаги, колеса же из никкелевой стали могут выдерживать, не разрушаясь, в 4—5 раз большую скорость движения.

Но и эту поразительную прочность материала удалось еще повысить для целей устройства автомобилей; для них применяют теперь такие сорта стали, о которых несколько лет тому назад нечего было и думать. Необыкновенно высокая цена таких сортов стали не имеет никакого значения в сравнении с поразительной прочностью и малыми размерами тех двигателей, работающих взрывами, которые применяются для автомобильного движения. Изготавливаются эти сорта стали только в жару электрических печей. На рис. 23 изображена схема подобной печи в конструкции, предложенной Жиро в 1907 г.

P представляет собою огнеупорный сосуд, *A*—угольные электроды, *M*—расплавленный металл, *S*—плавающие сверху расплавленные шлаки; *C*—две металлические контакты, через которые подлежащий плавке металл вводится в электрическую цепь в качестве одного из электродов, как показывают стрелки в расплавленном металле. При прежних технических способах в железоделательной промышленности максимальные температуры не превышали 2000°, в электрических же печах температуру можно довести до 3500°. Электрическая печь, вместимостью около 3.000 кило, дает возможность массового производства продукта, не уступающего тигельной стали. Достигается это таким образом, что полученное в бессемеровских конверторах или мартеновских печах жидкое железо может быть перепла-

влено в чрезвычайно жаркой электрической печи, в которой отсутствуют газы, получающиеся при сгорании, и которая поэтому равноценна тиглю. В такого рода печи удается также прибавлять к стали хром, ванадий, кремний, титан и т. д., благодаря чему получают сорта стали, пригодные для разных специальных целей. С 1912 г. на крупновских заводах изготавливается благородная сталь с прибавлением хрома и молибдена; она отличается поразительной прочностью, — ее, например, нельзя просверлить орудиями, сделанными из другого металла, — и не поддается плавке даже автогенным способом.

Гранаты, изготовляемые из подобного сорта стали, снабженные железными колпачками, пробивают самые крепкие и совершенные брони современных броненосцев.

Выше мы упомянули названия нескольких редких металлов. Но в последнее время в широкой публике стали известны еще и другие металлы, применяемые в электрических лампочках — в танталовых, вольфрамовых и осрамовых. Скажем о них несколько слов. В электрических лампочках накаливания, изобретенных Эдисоном, употреблялись сначала тонкие угольные нити; под влиянием пропускаемого через них электрического тока эти нити в безвоздушном пространстве лампочек накалялись до такой степени, что испускали свет. Но способность свечения таких угольных нитей очень невелика по сравнению с количеством потребляемой при этом электрической энергии. Поэтому Эдисон попытался заменить уголь каким-нибудь более пригодным материалом, что ему и удалось после 25-летней работы. Прежде всего ему пришло в голову взять для этой цели тонкие металлические проволоки. Но бывшие тогда в употреблении металлы — железо, медь и т. д. — расплавлялись в безвоздушном пространстве лампочки при пропускании через них электрического тока, достаточно сильного, чтобы вызвать накаливание, сопровождающееся свечением. Надо было искать металлы с гораздо более высокой точкой плавления. Обратились к металлам, встречающимся в природе редко и в неболь-

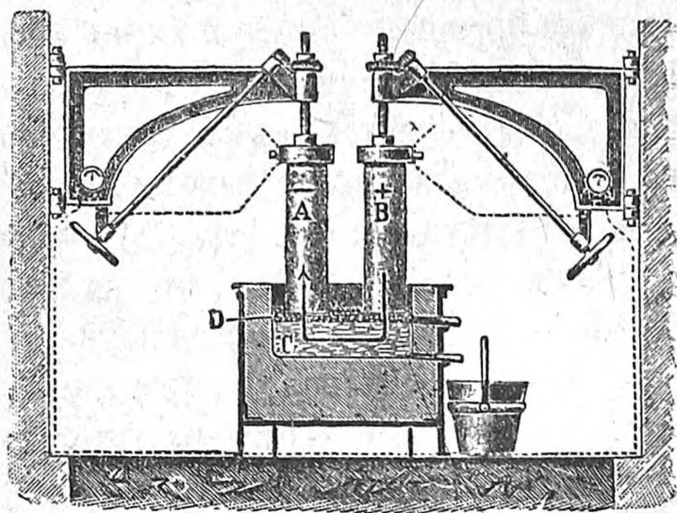


Рис. 23. Электрическая печь Геру.

Рис. 23. Электрическая печь Геру.

ших количествах и добывавшимся в лабораториях для чисто научных исследований. После долгой упорной работы в химических отделах электротехнических фабрик, удалось, наконец, преодолеть все трудности, связанные с приготовлением таких тонких проволок из металлов, плавящихся только при чрезвычайно высоких температурах, по большей части крайне хрупких и с трудом поддающихся обработке, и теперь в танталовых лампочках мы имеем проволоки из тантала, в вольфрамовых—из вольфрама и т. д. Преимущество этих лампочек в том, что при затрате одного и того же количества электрической энергии они дают вдвое более света, чем прежние лампочки с угольной нитью.

В один из исторических периодов своего существования химия называлась *иатрохимией*, т.-е. врачебной или медицинской химией. С начала прошлого столетия химия сделала в этой области также громадные успехи, затмившие совершенно все, что было сделано раньше. Начальным моментом в этом отношении является открытие *алкалоидов*, которыми называют некоторые составные части растений, обладающие щелочными (см. стр. 48) свойствами.

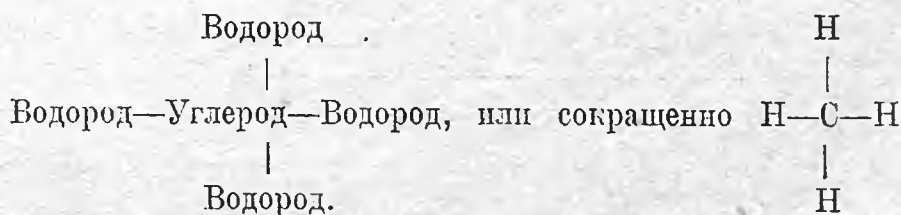
Раньше всегда думали, что из растений можно добывать только или кислоты, как, например, винную, лимонную, или вещества среднего характера, как крахмал, сахар и т. п. Но в 1803 году Дерон, занимаясь исследованием некоторых растительных лекарств, получил «соль опиума», как он назвал ее, которая проявляла щелочную реакцию. Это показалось ему настолько замечательным, что он говорит об этой соли, как о «совершенно особом растительно-животном веществе». Но только в 1817 году удалось получить чистый морфин из той смеси веществ, которую представляла собою вышеупомянутая соль опиума; при исследовании его оказалось, что это вещество, растительного происхождения, действительно представляет собою щелочь и может давать соли с кислотами.

Я не стану подробно распространяться здесь относительно значения таких алкалоидов, как *хинин*, противодействующий лихорадке, *морфин*, наводящий сон, *атропин*, расширяющий зрачок, *кокаин*, вызывающий местную анестезию (потерю чувствительности) и массы других алкалоидов, применяемых при разнообразных болезнях. Правда, вещества, в которых содержатся эти алкалоиды, применялись и раньше как лекарственные снадобья с большим или меньшим успехом, так как эти алкалоиды, входящие в состав снадобий, иногда в очень малых количествах, оказывают тем не менее на организм сильное

или весьма своеобразное влияние. Так, например, принятие внутрь мухомора вызывает ощущение головокружения или летания, с чем, вероятно, и связаны средневековые представления о полетах ведьм. Но алколоиды в этих веществах бывают смешаны с таким количеством посторонних примесей, что специальное действие их бывает, вследствие этого, сильно изменено, а иногда и совсем не проявляется. Такое влияние замечается, например, в действии морфина в сравнении с опиумом (засохшим соком некоторых видов мака), из которого получается морфин. Действие опиума на организм вызывает применение его для других целей, но не для усыпления, чего можно было бы с первого взгляда ожидать, судя по содержанию в опиуме снотворного морфина.

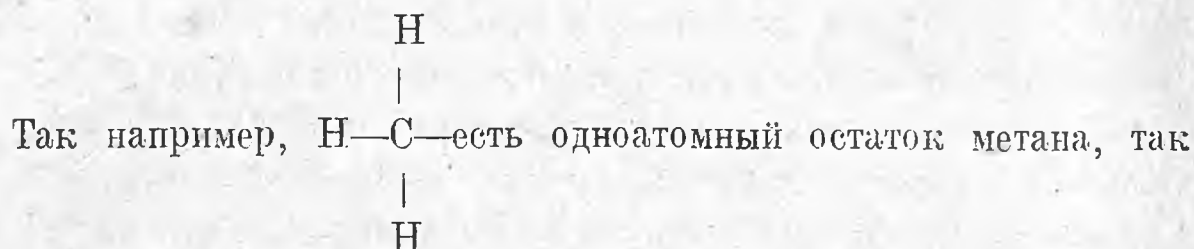
Химические исследования этих алколоидов приводят нас к заключению, что молекулы их весьма сложно построены из атомов. Мы уже раньше говорили (см. стр. 21 и 64), что для ясного представления о веществе недостаточно знать число атомов, из которых составлена его молекула; для полного химического представления о веществе необходимо знать еще, каким способом, в каком порядке соединены между собою эти атомы. Только после того, как разрешена эта в высочайшей степени трудная задача,—задача аналитического характера,—химик может отважиться взяться за работу противоположного характера, а именно—искусственным путем составить из атомов сложную молекулу, получить синтетически вещество, добывавшееся раньше из готовых естественных продуктов ¹⁾.

Мы уже раньше указывали (см. стр. 21), что все тела, относящиеся к области органической химии, можно произвести от углеводорода, называемого метаном, или болотным газом, молекула которого состоит из 1 атома углерода и 4 атомов водорода.

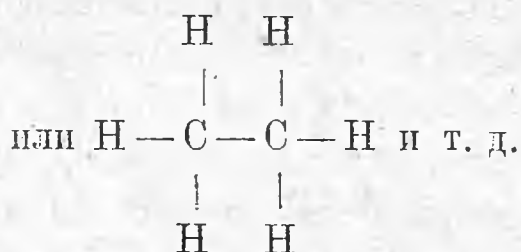


¹⁾ Что касается сравнительно просто составленных тел, как, например, обыкновенный спирт, выражаемый формулой C_2H_6O , то задача синтеза его молекулы из 2 атомов углерода, 6—водорода и 1—кислорода разрешена лет 40 тому назад. Но спирт, полученный таким чисто лабораторным путем, бесконечно дороже, чем спирт, приготовленный путем брожения.

Мы можем производить эти вещества из метана, замещая в нем атомы водорода другими атомами или группами атомов, при чем каждый остаток (группа атомов), обладающий одной атомностью, может становиться на место тоже одноатомного остатка, двухатомный остаток может замещать две атомности, трехатомный—три.

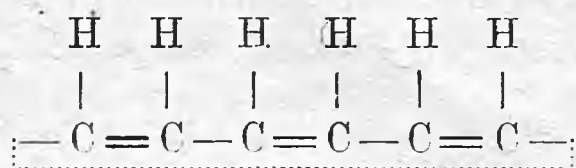


как у него не достает одного атома водорода; если его соединить с таким же одноатомным остатком, то получится углеводород $\text{C}_2 \text{H}_6$



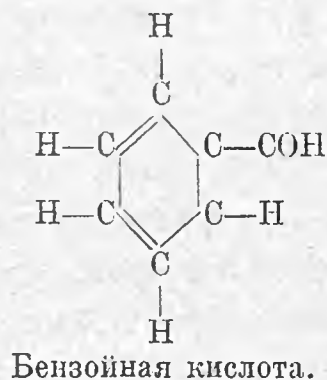
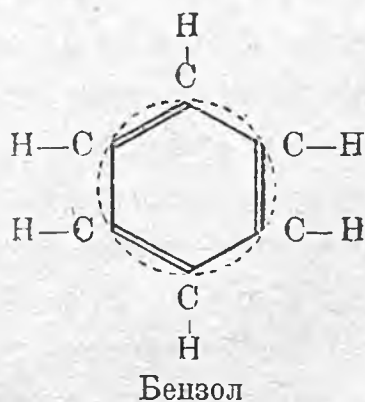
Мы уже говорили раньше, что эти цепи атомов углерода, которые бывают иногда очень длинными, могут разветвляться в сторону или представлять собою замкнутые цепи. В особенности склонна образовывать такую замкнутую фигуру цепь из 6 атомов углерода.

Такая цепь, в которой с каждым атомом углерода связан только один атом водорода (а все остальные, требуемые четырехатомным характером углерода связи насыщены в форме так называемых «двойных связей», обозначенных на нашей схеме двойными черточками); будет иметь такой вид:



Но в таком углеродном соединении четвертая единица сродства двух конечных углеродных атомов—ведь у каждого атома углерода имеются четыре единицы сродства—остается как бы висеть в воздухе, остается ненасыщенной. И вот боннскому физику Кекуле в 1826 г. пришла в голову мысль, что оба конечных атома углерода взаимно связаны указанной выше двойной связью. А отсюда следует, что шесть атомов углерода, если принять, что они распределены одинаково по отношению друг к другу, должны быть связаны друг с другом в форме

кольца; и подобное кольцо обладает замечательной устойчивостью по отношению ко многим агентам, которые могли бы его разрушить. Так, например, целый ряд энергичных химических реактивов не в состоянии разрушить, разорвать это кольцо, а если и дает новые вещества, то в них попрежнему содержится кольцо из шести атомов углерода. Так как кругообразные фигуры не совсем удобно рисовать, то давно условились уже соединять эти атомы углерода между собою



прямыми линиями, так что вместо круга в данном случае получится шестиугольник. Фигура ¹⁾ эта весьма часто встречается в статьях химического содержания.

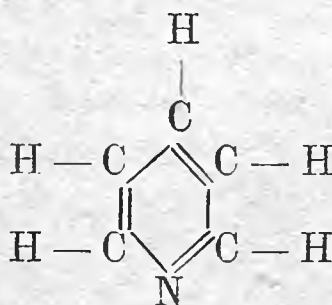
Углеводород, представленный на вышеозначенной схеме, есть самый простой, какой можно было бы представить себе при данных условиях. Он состоит из 6 атомов углерода и 6 атомов водорода, так что формула его будет C_6H_6 . Он был открыт в 1826 г. и получил название *бензола*, так как вскоре после этого его получили из бензойной кислоты. Бензол является как бы основным материалом, начальным веществом громадного ряда тел; находится он в больших количествах в каменноугольном дегте, и из него, например, приготавливаются все анилиновые краски.

Производство этих красок никогда бы не достигло современной степени совершенства, если бы своевременно не появилось представление о кольцеобразном строении бензола, которое единственно дает возможность объяснить всякие соотношения этого класса веществ.

¹⁾ В таких углеводородах с замкнутой цепью (кольцом) атомы углерода считаются связанными друг с другом попеременно то простой, то двойной связью, для удовлетворения правила о четырехатомности углерода. Так как это известно каждому химику, то простой шестиугольник служит для него обыкновенным символом кольцевой связи атомов углерода, как мы это и увидим далее.

В производстве анилиновых красок, а также многих искусственных лечебных средств, к которым мы позже вернемся, а также искусственных ароматов, как, например, фиалковый аромат, приготовление которого довольно затруднительно, Германия, безусловно, занимает первенствующее место среди стран всего мира; причина этого явления, по общему мнению компетентных людей, лежит в различной постановке химического образования в Германии сравнительно с большинством других стран. «Молодой будущий техник,—говорит Оствальд¹⁾.—в Англии настроен слишком практически, чтобы взяться за изучение общей химии. Если он, положим, предполагает впоследствии заняться красильным делом, то и изучает главным образом крашение. В Германии же дело стоит иначе: будущий химик прежде всего изучает общую химию, а затем уже переходит к ее применениям. Вследствие этого, раз происходит какое-нибудь существенное изменение в области данного производства, то английский химик должен приниматься за изучение самых начальных оснований науки, тогда как немецкому химику приходится только поразмыслить о тех общих химических основах, которые он уже усвоил, что и дает ему возможность быстро разобраться в данном вопросе. Благодаря этому, химическая промышленность в Германии имеет в своем распоряжении гораздо больший запас научно-подготовленных интеллигентных сил, чем в какой-либо другой стране, что и объясняет ее мировое превосходство в этом отношении».

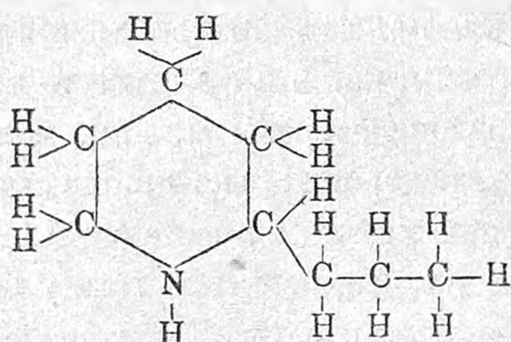
Начиная с 80-х годов стало известно, что замкнутые цепи атомов могут состоять не только из углерода и водорода, но в состав их могут входить и другие элементы, в особенности атомы азота. Если принять за сокращенный символ азота (Nitrogenium) букву N, то одно из простейших тел такого состава будет C_5H_5N .



Оно называется *пиридином* и находится также в дегте; почти все, за немногими исключениями, *алкалоиды*, т.-е. сильно действующие на

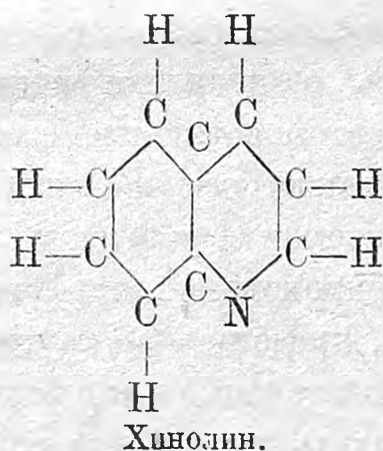
¹⁾ Известный немецкий химик.

человеческое тело составные части растений, являются производными от этого пиридина. Таков, например, *конинин*, ядовитый алкалоид цикуты ¹⁾, формула которого будет $C_8H_{17}N$. Эти 26 атомов в молекуле конинина расположены следующим образом.



Такой способ распределения атомов в молекуле начала цикутного яда вполне был разъяснен и доказан Ладенбургом, причем ему даже удалось в 1888 г. приготовить искусственно из пиридина этот алкалоид, который раньше добывался только из растения.

Распределение атомов *хинина*, прославленного противолихорадочного средства, было установлено лишь в 1909 г., так как хинин гораздо сложнее по составу, чем конинин. Но из хинина можно легко получить продукт расщепления его молекулы—*хинолин*, молекула которого, как показали исследования, представляет соединение двух колец—бензолового и пиридинового—следующим образом:



Так как хинин стоит еще довольно дорого, то получавшийся из него хинолин являлся довольно дорогим веществом. В настоящее время килограмм хинолина, несмотря на высокую цену хинина, стоит

¹⁾ Цикута—иначе водяной болиголов. Ядовитый сок находится в листьях и корневище этого растения.

сравнительно дешево, и объясняется это тем, что его теперь добывают не из дорогого хинина, а из веществ, добываемых из каменноугольного дегтя, которые стоят очень недорого.

Так как хинолин представляет собою как бы скелет хинина, то химикам пришла в голову следующая мысль: действительно ли безусловно необходимо присоединить к хинолину атомы и атомные группы таким же образом, как это имеет место в хинине, чтобы получилось противолихорадочное средство, или, может быть, можно создать новое вещество, которое только приблизительно будет напоминать по своему строению хинин, а вместе с тем будет обладать способностью понижать высокую температуру тела у больного лихорадкой; если бы удалось получить такое тело, то, конечно, его можно было бы применять как противолихорадочное средство вместо хинина.

После многочисленных опытов в 1881 г. удалось получить первое искусственное противолихорадочное средство, которое называли *кайрином*. Теперь оно забыто, так как найдены другие, гораздо более деятельные вещества. Такая смена веществ не представляет собой единственного случая: вообще последнее время постоянно одни искусственные лекарственные вещества заменяются другими новыми. Постепенное игнорирование кайрина обуславливалось еще тем обстоятельством, что при более подробных исследованиях в этой области нашли, что противолихорадочными средствами могут служить гораздо более простые построения из атомов, чем хинолин, а потому и приготовление их лабораторным путем оказалось делом более легким.

Наиболее утвердилось в практике применение *антипирина*, который хотя составлен из атомов довольно сложно, но не есть производное хинолина; точно также весьма распространен *фенацетин*; построение последнего из атомов сравнительно весьма просто.

Мы уже упоминали мимоходом о морфине, введение которого, как снотворного вещества, представляет крупный момент в истории терапии ¹⁾, в особенности после того, как английский врач Вуд предложил в 1855 г. производить подкожные впрыскивания морфина; оказалось, что при таком более прямом способе введения его в кровеносную систему эффекты его действия получаются гораздо более удовлетворительные и быстрые.

¹⁾ Терапия—учение о лечении внутренних болезней.

В виду той опасности, которую представляет морфинomanия, часто проявляющаяся при употреблении морфия, давно уже пытались найти подходящее вещество взамен последнего. Одним из таких веществ является всем известный *хлорал*, который в химическом отношении стоит в довольно близкой связи с хлороформом.

Число таких веществ в настоящее время весьма велико, так как при исследовании химических тел оказалось, что весьма многие и сильно отличающиеся друг от друга вещества обладают свойством вызывать сон у людей и животных. Даже обыкновенный спирт есть также снотворное средство, но применение его в значительном количестве влечет за собою неприятные последствия на следующий день. Такое явление замечается и для многих других усыпляющих средств; они вызывают сон, но вместе с тем вызывают и ряд неприятных явлений, так что число действительно прилагаемых на практике веществ является довольно ограниченным.

Тогда как снотворные средства должны вызывать искусственный сон, по возможности напоминающий естественный, есть ряд других веществ, которые вызывают настолько глубокий сон, что дают возможность производить весьма тяжелые операции, так что пациент ничего не чувствует.

Первым из таких сильно действующих веществ был эфир, вещество, легко получаемое из спирта.

Так как его и в настоящее время получают путем перегонки спирта с серной кислотой, то его, как и прежде, называют теперь серным эфиром, хотя уже более 100 лет известно, что он не содержит и следа серы.

Эфир открыт в 1530 г. профессором фармакогнозии ¹⁾ в Виттенберге Валентином Кордом и уже в 1541 г. Теофраст Парацельз Бомбаст указал на снотворное действие эфира. В его сочинениях есть следующее место: «Ко всему прочему эта сера (т.-е. эфир) обладает сладостью, так что его пьют и куры; они при этом засыпают на время, но затем без вреда опять просыпаются» ²⁾. Практический вывод из

¹⁾ Фармакогнозия—наука о свойствах лекарственных веществ.

²⁾ На дальнейших страницах он расхваливает его, как средство от всех болезней. В 1750 году галльский клинический врач Гофман предложил употреблять, как успокаивающее болеутоляющее средство, смесь 3 частей спирта и 1 эфира; с тех пор эта смесь под названием Гофманских капель стала народным средством.

опыта Парацельза ¹⁾ над животными, показавшего, что эфир может вызывать глубокий сон без вреда для здоровья, сделан был, к сожалению, на 300 лет позже. Если бы раньше обратили должное внимание на этот опыт над животными, то уже с того времени можно было бы произвести массу безболезненных операций и в течение трех столетий избавить множество больных от страданий с помощью эфира ²⁾.

Только в 1846 г. американский химик Джексон пришел к заключению, что эфир может служить усыпляющим средством для больных, подлежащих операции, и побудил зубного врача Мортон применить это усыпляющее средство для больных при зубных операциях.

Применение эфира в этой области дало такие превосходные результаты, что хирург Варрен, узнав о них, усыпил 17 октября 1846 г. одного больного до полной потери чувствительности и затем опери-

¹⁾ Парацельз—знаменитый врач. Первый стал рассматривать процессы в организме с химической точки зрения.

²⁾ Об этом обстоятельстве можно пожалеть вдвойне, если учесть поразительную жестокость некоторых способов лечения, которым тогда подвергали людей. Так 350 лет тому назад было обыкновение для того, чтобы обеспечить излечение членов тела, части которых были отстрелены во время сражения, опускать эти пораженные части в кипящее масло. Когда после одного из сражений не хватило для лечения масла, то эту операцию произвели только над одними офицерами. Французский врач Амбруаз Паре, который заведывал затем лечением раненых, заметил позже, что раны солдат, не подвергавшихся такой мучительной операции, заживали так же хорошо, как и офицерские. После того, как он сообщил об этом наблюдении в книге, переведенной на все европейские языки, этот варварский способ лечения стал постепенно исчезать, — смысл его, очевидно, состоял в предупреждении загнивания ран, чего теперь достигают при помощи подоформа, карболовой кислоты и др. веществ, изготовляемых на химических заводах.

Во всяком случае, мы не должны слишком строго относиться к врачам того времени. Если они изучали анатомию, основание всего медицинского знания, по книге врача Галена, жившего около 200 года по Р. Х. и не вскрывали трупов, то в этом им препятствовали воззрения того времени. Лейб-медик императора Карла V, Везалий (род. в 1514 г.), первый решился вскрыть труп, который для него украли с виселицы, и сейчас же нашел, что анатомия Галена *) относится не к телу человека, а к телу обезьян и медведей. Но и Везалию из-за вскрытия им трупов угрожал процесс с осуждением на смертную казнь. Впрочем, король дал разрешение на производство вскрытий знаменитому в то время университету в Саламанке, который весьма разумно объявил, что считает дозволенным вскрытие трупов для научных целей.

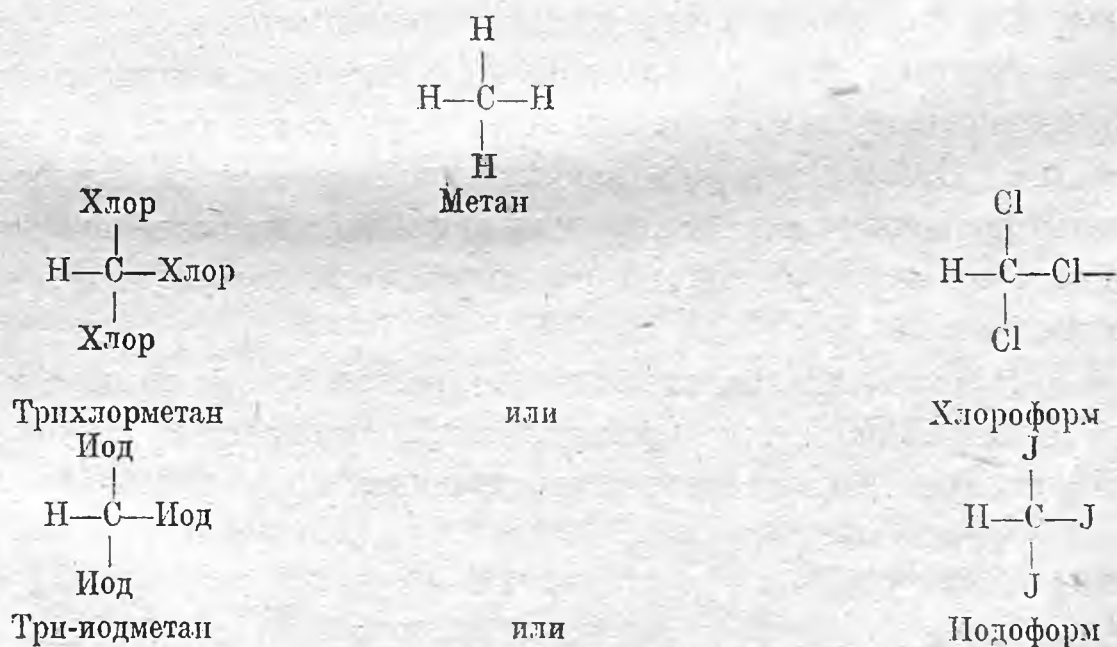
*) Знаменитый врач древности.

ровал. С этого дня и начинается эпоха безболезненных хирургических операций.

С другой стороны, несмотря на открытие эфира, продолжались поиски за веществом, более удобным для указанной цели, чем легко воспламеняющийся эфир, так как применение последнего является часто невозможным при хирургических операциях с прижиганием раскаленным железом.

При этих изысканиях Симпсон в 1847 г. рекомендовал хлороформ, который с тех пор занял весьма прочное положение в медицине, сколько ни пробовали заменить его другими, лучшими веществами или их смесями.

Хлороформ был получен Либихом в 1831 г. из хлорала. В настоящее время его получают более дешевым способом—действием белильной извести на спирт. В химическом отношении он представляет весьма просто составленное вещество. Если мы возьмем хорошо уже нам известный углеводород CH_4 , т.-е. метан, и заместим в нем три атома водорода тремя атомами хлора (что весьма легко можно сделать в лаборатории), то мы и получим наше усыпляющее вещество—хлороформ. Связь между этими веществами можно выразить следующими формулами:



Под хлороформом мы поставили *иодоформ*, весьма близкий к нему как в химическом отношении, так и по своей формуле.

Сопоставив *хлороформ* с *иодоформом*, мы перешли от класса наркотических веществ к классу антисептических, которые к безболезненности хирургических операций, вызываемой хлороформом, присоеди-

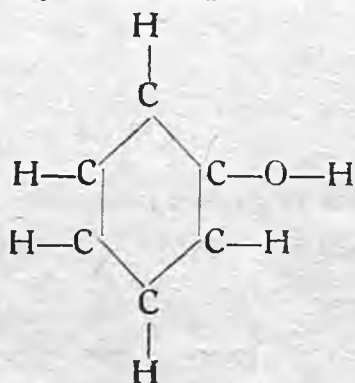
няют еще и быстрое заживление ран, имеющее место при их применении.

Этот крупный успех в лечении ран достигнут был благодаря открытию английского профессора хирургии Листера, который в своих работах руководился гениальными исследованиями Пастера над микроорганизмами.

Бактерии, повсюду носящиеся в пространстве, попадая в раны, вызывают в них процессы гниения и соединенные с этим весьма тяжелые заболевания, которые часто даже оканчиваются смертью. Так как совершенно невозможно уединить раны от окружающего нас воздуха, то, по предложению Листера, с середины 70-х годов прошлого столетия стали умерщвлять бактерии, приносимые к ранам окружающим воздухом, с помощью дезинфекционных средств. Для этой цели Листер употребил *карболовую кислоту*.

В хорошо устроенных больницах пошли еще дальше в этом направлении. В них работают при полной асептике: кипятят хирургические инструменты для уничтожения бактерий, «стерилизуют» рабочие халаты хирургов в струе водяного пара, а руки их освобождают от бактерий обмыванием их спиртом; таким же образом обеззараживают те участки кожи, на которых будет производиться операция, для перевязок употребляют стерилизованную вату и т. д. Таким образом устраняется надобность применять к больному антисептические вещества, в большинстве случаев все таки достаточно ядовитые. Вне такой хорошо обставленной операционной залы применять современные методы хирургии неудобно, так как весьма трудно провести все должные меры предосторожности без соответственных приспособлений.

Карболовая кислота есть вещество, весьма близко стоящее к бензолу (см. стр. 259); она содержит лишний, сравнительно с бензолом, атом кислорода и имеет следующее строение:



Карболовая кислота.

Получается карболовая кислота из каменноугольного дегтя путем перегонки.

Размеры услуг, оказанных человечеству нововведением Листера, станут нам ясны, если мы вспомним о франко-прусской войне, бывшей в начале 70-х годов. В то время все приготавливали корпию из старого белья, без соблюдения каких бы то ни было предосторожностей, и не имели ни малейшего представления о том, какая масса заразительных веществ вносится в раны корпией, содержащей в себе массу бактерий, если она не подвергнута дезинфекции. По всем вероятностям, применение корпии имело последствием смерть многих раненых, которые в настоящее время могли быть легко спасены. В настоящее время корпия совсем не применяется; вместо нее употребляют продезинфицированную и лишенную таким образом бактерий бинтовую вату.

Так как теперь все, что прикасается к ране, например, руки, операционные инструменты и т. д., подвергается дезинфекции, то раны заживают без гниения.

Конечно, крупные операции, как и прежде, соединены с опасностью, но, во всяком случае, применением дезинфекции устранена одна из наичаще встречающихся операционных опасностей, а именно горячка от заражения крови. Поэтому многие операции, которые, вследствие последующего заражения крови, раньше оканчивались смертью, теперь вполне выполнимы при применении антисептических средств, предупреждающих заражения.

В настоящее время известно множество антисептических средств, и у карболовой кислоты появилась масса конкурентов; явление это совершенно понятно, так как, благодаря необыкновенному успеху бактериологии и гигиены, спрос на такие вещества беспрестанно возрастает.

Упомянутый выше иодоформ, несмотря на свой весьма неприятный запах, тем не менее усиленно применяется для заживления ран и по-прежнему употребляется врачами. Что же касается бактериологов, то они употребляют для своих целей гораздо более сильное и не обладающее запахом антисептическое вещество, а именно *сулему*.

С химической точки зрения сулема есть хлористая ртуть. Водный раствор ее, даже весьма разбавленный, проявляет необыкновенно сильное антисептическое действие, и, не будь он так ядовит для человеческого тела, он, вероятно, вытеснил бы из употребления очень многие антисептики.

Для сохранения на долгое время питательных веществ часто также применяются антисептические вещества без запаха, без вкуса и вполне безвредные. Наиболее употребительным из них является *салициловая кислота*. Она получена была в 1839 г. из ивовой коры (*salix*), откуда и произошло ее название.

При рассмотрении порядка распределения атомов в молекуле салициловой кислоты становится ясным, что она стоит весьма близко к карболовой кислоте. Если в молекуле последней заменить один из атомов водорода (притом определенный) особой группой атомов углерода, кислорода и водорода, называемой *карбоксиллом*— COOH , то из нее получается салициловая кислота. Формула карболовой кислоты $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$, а салициловой— $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$; таким образом, последняя отличается от первой на группу атомов CO_2 , которая представляет собою не что иное, как углекислоту ¹⁾.

И действительно, в настоящее время салициловая кислота получается из карболовой кислоты по способу, доведенному до высокой степени совершенства. С другой стороны, есть целый ряд продуктов перегонки дегтя, которые подвергаются слабой очистке и потому стоят весьма дешево и которые, как показал опыт, обладают большой антисептической силой; их также применяют для целей дезинфекции. За последнее время в большое употребление вошла бензойная кислота, которую в небольших количествах прибавляют к маргарину, чтобы он не портился. Это—совершенно невинное консервирующее средство, находящееся во многих съедобных растениях. Прежде бензойная кислота получалась из дорогой бензойной смолы, привозившейся из Индии. Теперь она готовится искусственным путем, из каменноугольного дегтя.

Иль-3314

¹⁾ Заметим в заключение, что в данной книге мы усматривали в химических формулах только качественный состав данных веществ, что было совершенно достаточно для наших целей. Для химика же формулы имеют гораздо большее значение; он видит в них одновременно и весовые соотношения, в которых соединены между собою отдельные элементы в данном веществе. Можно определить вес атомов отдельных элементов по отношению друг к другу, и это определение давно уже сделано. Этот вес (т.-е. вес атомов) относят к весу атома легчайшего из всех элементов, т.-е. водородного газа, который и принимают равным единице. Таким образом оказывается, что атом углерода в 12 раз тяжелее атома водорода, атом же кислорода тяжелее в 16 раз.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

СТРАН.

- ЛЕКЦИЯ ПЕРВАЯ. *Дыхание.*—Физика и химия.—Вес воздуха.—Барометр.—Состав воздуха.—Аргон.—Озон.—Разница между вдыхаемым и выдыхаемым воздухом.—*Поддержание теплоты в теле.*—Горение.—Окисление.—Спички.—Желтый и красный фосфор. 3
- ЛЕКЦИЯ ВТОРАЯ. Природа пламени (I).—Свечи.—Состав жиров.—Масла.—*Нефть.*—Углеводороды.—Химическая чистка.—Элементы.—Четырехатомность атома углерода.—Химические формулы.—Атомы и молекулы.—Перегонка.—Нефтяной эфир.—Вазелин.—Парафин.—Озон.—*Производство светильного газа* и его побочные продукты.—Природа пламени (II).—Варение пищи на газе.—Газовое освещение с накаливанием (Ауэровское).—Ацетиленовый газ.—Автогенное сваривание (паяние). 17
- ЛЕКЦИЯ ТРЕТЬЯ. *Питание растений.*—Пар.—Удобрение.—*Искусственное удобрение.*—Кости.—Суперфосфат.—Калиевые соли.—Азотистое удобрение.—Основания, кислоты и соли.—Маточный раствор.—*Питание человека и животных.*—Опыты над пищеварением.—Белок.—Жиры.—Углеводы.—*Молоко* и его *свертывание.*—Сыр.—*Сокслетовский* аппарат.—Фибрин.—Сыворотка.—Усиленный корм.—Клей . 36
- ЛЕКЦИЯ ЧЕТВЕРТАЯ. Смешанная пища.—Коровье масло.—Маргарин.—Искусственные жиры.—Крахмал.—Разновидности сахара.—Образование сахара в плодах.—*Питание больных сахарной болезнью.*—Виноградный сахар.—Конфеты.—Сахарный кулер.—Тростниковый сахар.—Вывозные премии.—Сахарин.—Принятие пищи.—Поваренная соль.—Железо.—Значение варки пищи.—Суп.—Тесто.—Печенье хлеба.—Варка картофеля. 60
- ЛЕКЦИЯ ПЯТАЯ. Количество необходимых для человека питательных веществ.—Питательное значение наиболее важных видов пищи.—Броженье.—*Вино.*—Фруктовое вино.—Фруктовые напитки без

спирта. — Шампанское. — Мед. — Кумыс. — *Ииво*. — Солод. — Спирт. — Прессованные дрожжи. — Хлебный спирт. — Картофельный спирт. — *Спирт из дерева*. — Барда. — Очистка спирта. — Абсолютный спирт. — Денатурированный спирт. — *Спиртные напитки*. 84

ЛЕКЦИЯ ШЕСТАЯ. Винный уксус. — Спиртовый уксус. — Древесный уксус. — Ледяной уксус. — Древесный спирт. — Ацетон. — Порох. — Греческий огонь. — Гремучая ртуть. — Гремучая вата. — *Динамит*. — Коллодий. — Взрывчатая желатина. — Кордит. — Шерсть. — Хлопчатая бумага. — Шелк. — *Искусственная шерсть*. — Карбонизация. — Мерсеризованный хлопок. — *Искусственный шелк*. 107

ЛЕКЦИЯ СЕДЬМАЯ. Дубление. — *Кожа*. — Сгонка волоса. — Бучение кожи. — Дубильные вещества. — Сорты корья. — Квебраховое дерево. — Сумах. — Дубильные экстракты (жидкое дубло). — Кожа для подошв. — Квасцовое дубление. — Лайка. — Шубные изделия. — Хромовая кожа. — Замшевое дубление. — Моющая кожа. — *Пергамент*. — Луговое беление. — Подсинивание белья. — *Беление хлором*. — Хлорная известь. — Антихлор. — Жавелева вода. — Сернистая кислота. — Перекись водорода. — Крашение и протравление тканей. — Красильные лаки. — Субстантивные красильные вещества. — *Дегтярные краски*. — *Индиго*. — Ализарин. — Краски в виде пасты. — Экстракты из красильных деревьев. — Сандаал. — Печатание красками. 125

ЛЕКЦИЯ ВОСЬМАЯ. *Малярное дело*. — Высыхающие и невысыхающие масла. — Льняное масло. — Олифа. — Лак. — *Чернила*. — Клетчатка. — *Бумага*. — Проклейка бумаги. — Бумага из соломы, из травы альфа. — Натронная целлюлоза. — Сульфитная целлюлоза. — Патенты. 145

ЛЕКЦИЯ ДЕВЯТАЯ. Жженая известь. — *Поташ*. — Сода по леблановскому способу. — Серная кислота. — Глауберова соль. — Азотная кислота. — *Белильная известь*. — *Кристаллическая сода*. — Аммиачная сода. — Искусственный поташ. — Поташ из патоки, из овечьего пота. — *Мыло*. — Едкое кали. — Едкий натр. — Жидкое мыло. — Наполненные мыла. — Жирно-смоляное мыло. — Мягкая и жесткая вода. — Пластырь 160

ЛЕКЦИЯ ДЕСЯТАЯ. *Стекло*. — Зеркала. — Калиевое и натриевое стекло. — Стразы. — Рубиновое стекло. — Молочное стекло. — Глина. — Кирпичная глина. — Кирпичи. — Известковый раствор. — Кирпичи из песку и извести. — Цементы. — Глазурь. — Горшечный товар. — *Каменный товар*. — Майолика. — *Фарфор*. — *Фотография*. — Адский камень. — Хлористое, бромистое и иодистое серебро. — Дагерротипия. — Проявление негатива. — Тальботипия. — Альбуминный способ. — Мокрый коллодиевый способ. — Сухие пластинки с эмульсией из бромистого серебра. — Платинотипия. — Фотография спектра. — Красный свет. — Ретушь. — Светочувствительные пластинки. — *Цветная фотография*. — Хроможелатинный способ. — Пигментное печатание. — Рентгеновские лучи. . . . 181

ЛЕКЦИЯ ОДИННАДЦАТАЯ. Благородные и неблагородные металлы.—

Руды.—Золото.—Платина.—*Серебро*.—Отношение ценности между золотом и серебром.—Восстановление металлических окислов.—Обжигание сернистых соединений.—*Чугун*.—*Сталь*.—*Ковкое железо*.—*Домна*.—Шлаки.—Кокс.—Пудлинговый процесс.—Прокатка железа.—Рельсовые пути.—Цементная сталь.—Тигельная сталь.—Бессемеровская сталь.—Зеркальный чугун.—Марганец.—*Удаление фосфора из железа*.—Литая сталь.—Никкелевая и хромовая сталь.—*Газовое отопление*.—Регенераторы.—Пламенные печи.—Цинк.—Гальванопластика.—Калий.—Натрий.—*Алюминий* 215

ЛЕКЦИЯ ДВЕНАДЦАТАЯ. Сплавы.—Монеты.—Бронза.—Платина.—

Латунь.—Томпак.—Золото тальми.—Нейзильбер.—Альфенидный металл.—Британский металл.—Типографский сплав.—*Никкелевая сталь*.—Алкалоиды.—*Морфин*.—Метан.—Бензол.—Пиридин.—Копнин.—Хинолин.—Кайрин.—*Антипирин*.—*Фенацетин*.—Наркотические вещества.—*Хлорал*.—Эфир.—Гофманские капли.—*Хлороформ*.—Антисептические средства.—Иодоформ.—Карболовая кислота.—Сулема.—Салициловая кислота. 251

- АРКИН, Е. А. — Мозг и душа. 169 стр. Ц. 25 к.
- АУЕРБАХ, Ф. — Пространство и время. Материя и энергия. 156 стр. Ц. 30 к.
- БЕРЕН, М. (КИСТЯКОВСКАЯ). — Рассказы о борьбе человека с природой. 117 стр. Ц. 25 к.
- БЕРКОВА, К. Н. — Жизнь, ее проявления, происхождение и развитие. 92 стр. Ц. 20 к.
- БРОУНОВ, П. И. — Небо и воздух. 57 стр. Ц. 25 к.
- ВАГНЕР, Ю. — Рассказы о том, как живут и устроены растения. 106 стр. Ц. 20 к.
- ЕГО ЖЕ. — Рассказы о животных. 94 стр. Ц. 20 к.
- ГАСТЕРЛИК, А. — Пища и питье. 89 стр. Ц. 18 к.
- ГЕЙКИ, А. — Геология. 159 стр. Ц. 35 к.
- ЕГО ЖЕ. — Физическая география. 142 стр. Ц. 35 к.
- ЕЛАЧИЧ, ЕВГ. — О вымерших животных. (Пресмыкающиеся). 69 стр. Ц. 35 к.
- ЕГО ЖЕ. — О происхождении птиц и о вымерших птицах. 85 стр. Ц. 25 к.
- КАЙГОРОДОВ, Д. — Пернатые хищники. Популярные очерки из мира русских хищных птиц. 124 стр. Ц. 60 к.
- КАМЕНЬЩИКОВ, Н. — Небо и звезды. Беседа для взрослых. 13 стр. Ц. 5 к.
- КИФАРОВ, А. Г. — Как устроены и работают часы. 47 стр. Ц. 10 к.
- ЛЬВОВ, ВЛ. — Кометы и падающие звезды. 45 стр. Ц. 15 к.
- ЕГО ЖЕ. — В нефтяном царстве. Очерк Бакинских нефтяных промыслов. 60 стр. Ц. 15 к.
- ЕГО ЖЕ. — Каменный уголь, как его добывают и как он образовался. 44 стр. Ц. 15 к.
- МОЛЬДЕНГАУЕР, В. — В лиственном лесу. Рассказы молодого экскурсанта. 130 стр. Ц. 40 к.
- ЕГО ЖЕ. — В хвойном лесу. 140 стр. Ц. 35 к.
- МЕЙЕР, К. И. — Происхождение наземной растительности. 75 стр. Ц. 30 к.
- МЕЧНИКОВ, И. — Биография Пастёра. 70 стр. Ц. 30 к.
- НАНСЕН, ФРИТЬОФ. — На крайнем севере. Жизнь эскимосов. Сокращенный перевод О. Н. Поповой. 68 стр. Ц. 40 к.
- НЕЧАЕВ, А. П. — Почва и ее история. Географический этюд. 79 стр. Ц. 25 к.
- НЕЧАЕВ, А. П. — Между огнем и льдом. (О вулканах и ледниках). Очерки и картины из жизни земли. 220 стр. Ц. 1 р. 30 к.
- НИКИТИНСКИЙ, Я. Я., проф. — Стакан воды. Значение воды в жизни человека. 121 стр. Ц. 70 к.

