

Проф. Ф. ЛАССАР-КОН

# ХИМИЯ ЗА ЧАС

ПЕРЕВОД С НЕМЕЦКОГО

оо ПОД РЕДАКЦИЕЙ оо

А. С. КОМАРОВСКОГО



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО УКРАИНЫ

1923

Р. Ц. (Одесса) № 313.

1-я Государственная типография, Стурдзовский пер., 3-а.

Заказ № 1644—5000 экз.

## ОТ РЕДАКЦИИ.

„Химия за час“, выпускаемая в переводе с немецкого языка,—книжка интересная и поучительная. Как и ранее вышедшая „Химия обыденной жизни“ того-же автора, она интересна по самому существу разрабатываемой темы, по популярному и чрезвычайно занимательному изложению истории и современного состояния химии в ее практическом приложении к промышленности, сельскому хозяйству и медицине; она поучительна по своему методу исследования, по подходу автора к теме, давая читателю яркую иллюстрацию правдивости утверждения марксистов о классовом характере науки и—незаметно для автора—вскрывая истинную природу сил, двигавших развитие капиталистического способа производства. Наиболее любопытен один момент в истории промышленного развития, о котором охотно и неоднократно говорит автор: охрана буржуазным государством патентов на право открытий и изобретений и дикая борьба вокруг этого права. Нечего и говорить, что Лассар-Кон сам не замечает одного из невольно вскрываемых им здесь противоречий капиталистического строя; но зато с тем большей ясностью выступает оно перед читателем-рабочим, наглядно убеждающимся в том, что в самой системе капиталистического хозяйства имеются факторы, органически препятствующие развитию этого хозяйства.

Лассар-Кон исходит в своих рассуждениях, из признания абсолютной целесообразности капиталистического строя и форм его хозяйственной и политической организации. Авторитетность автора в исследуемой им области специального знания несколько не мешает ему быть достаточно ярким представителем и идеологом буржуазно-капиталистического строя с его как-будто безгранично-широким, а в действительности узко-ограниченным научным кругозором, с безнадежным мещанством мышления и сугубо-классовым практицизмом в применении к жизни теорий „надклассовой“ науки.

Чрезвычайно интересны и поучительны разные подходы

профессора-химика к изложению целей науки и ее практического применения. „Химия есть и навсегда остается высокой наукой, сбрасывающей человечеству со своего изобильного стола, подобно крошкам хлеба, сведения, пригодные и для практической жизни“. Это—один подход, это—рассуждение для „малосведущих людей“.— „В вопросе о защите патентов, выданных, быть может, неправильно, государственная власть должна быть сугубо осторожна, ибо в настоящее время *всякий имеет право работать над тем, что ему нравится, если только эта работа не нарушает государственных интересов и не противоречит морали*“ (курсив цитат наш). Это—другое рассуждение, для „своих“, в „наиболее посвященных кругах“, где точно и холодно, по-купчески рассчитываются наилучшие способы охраны патентов и наиболее выгоднейшей их реализации. Пирующие за обильным столом „высокой науки“, оказывается, жадно подбирают для себя даже и крошки, несмотря на торжественное прокламирование своей жертвенной готовности бросать объедки пищи богов голодной и нищей толпе научно-„малосведущих“ людей.

Кстати сказать, горделивое противопоставление высоких ученых „малосведущим людям“, десятки раз повторяющееся на протяжении книжки, несомненно питается инстинктом классовой ненависти буржуазии к рабочему классу и типично для автора, не замечающего тут же констатируемых фактов изобретения важных усовершенствований самими рабочими, непосредственно занятыми в производстве.

По Лассар-Кону, высокая, им представляемая наука не пачкает своих ног в пыли грязной земли с ее „низменными“ практическими потребностями. Но сама же книжка Лассар-Кона не только показывает, но и убедительно доказывает обратное. Шаг за шагом развитие науки шло под влиянием непосредственных запросов промышленного производства, двигавшего науку в желательном ему направлении; этот процесс можно наблюдать во всех областях науки, как наглядно для химии показывает это, опять-таки Лассар-Кон: открытие продуктов обработки угля, светильного газа, сахарина; красящих веществ, искусственного индиго, каучука, бумаги, кожи, удобрений и т. д., являясь переворотом в соответствующей отрасли промышленности, имели своей

первопричиной потребности капиталистического хозяйства в его борьбе за более дешевые, более выгодные способы производства.

„Химия за час“ написана после и под непосредственным влиянием проигрыша Германией своей империалистской ставки в мировой войне. Сорок лет отечество Вильгельма II и Бисмарка готовилось к войне, бронируя тяжелый военный кулак для устрашения революции рабочего класса и „чужого“ капитала, сорок лет „на страх врагам“ шла военная муштра, сорок лет работал германский империализм для закрепления своей окончательной победы. Опрокинутый вопреки своим расчетам, он очутился под тяжелым сапогом капиталистов враждебного объединения. Стоном стонут страницы книги Лассар-Кона по потерянной гегемонии на мировом рынке, по утраченным колониям; придушенной жаждой реванша дышат lamentации о том, „чем была и чем стала“ Германия и ее промышленность.

Но если и после войны буржуазия Европы почти ничего не забыла и почти ничему не научилась, если, в частности, германская буржуазия, даже забитая, придавленная враждебным капиталистическим союзом, продолжает втайне лелеять идеал „Deutschland über alles“ („Германия выше всего“),—то зато хороший классовый урок извлек из войны пролетариат Европы и, в частности и в особенности, пролетариат Германии. Отныне бесцельны и уже не привлекают германских рабочих ничьи зазывания в патриотическую лавочку, пусть даже незаметно, контрабандой, втиснутые между строк популярной книжки о прикладной химии.

Мы не вносим в книгу почти никаких фактических изменений, мы не заглушаем ничем густого классового ее букета: читатели-пролетарии сами сделают надлежащий и верный вывод из построений автора. Мы выпускаем книжку ученого профессора для людей, по его терминологии, „малосведущих“. Эти, столь презираемые учеными авторитетами читатели, рабочие и крестьяне, возьмут из книжки все, что им надо: и начальное знание промышленной химии и знакомство с тем, чем живет и дышет наука и культура буржуазно-капиталистического мира.

## ВВЕДЕНИЕ.

Многие земледельцы пограничных областей средне-европейских государств летом 1914 года радовались прекрасному состоянию своих посевов. А чему они были этим обязаны? Веществам для питания растений, так называемым искусственным удобрительным средствам, которые доставляются химией.

Но вскоре над полями раздался гул скорострельных орудий, неся с собою смерть и разрушение. Что сделало возможной такую губительную стрельбу из скорострельных орудий, неизвестную до того времени? Достижения химии в области бездымного пороха. Последний не засоряет дула, как это было со старым порохом; он дает возможность развить стрельбу, достигающую бешеного темпа ураганного огня.—А вот в тылу женщины, одетые в цветные платья. Кто дал это богатство красок? Химия, научившая получать их из составных частей каменноугольного дегтя.—Стонет от боли раненый на поле сражения; врач впрыскивает ему раствор морфия—забыты все мучения, и на смену им приходят блаженные грезы. А кто же извлек из опия необходимый для этого морфий? Химия.

Число подобных примеров, указывающих на услуги химии в мирное и военное время, могло бы быть без труда увеличено. Малосведущему человеку все это покажется полным тайн. Но ничего таинственного не будет для него в прикладной химии, если только изложить ее соответственным образом. Я попытаюсь сделать это в следующих четырех главах:

Химия и каменный уголь,

Химия и дерево,

Химия и мать-земля,

Химия и анализ мочи.

Эти главы поведут нас через обширные области завоеваний прикладной химии.

---

## Химия и каменный уголь.

### А.—Кокс и деготь.

Уже в девятом столетии в Англии употребляли каменный уголь. Но это еще не было техническим применением последнего, а являлось лишь простым использованием того, что имелось налицо. Необходимость технического применения каменного угля развивалась лишь постепенно, при чем это развитие шло окольным путем в связи с ростом химии.

В 1480 году в местности нынешнего Мюльгаузена был найден способ получения чугуна. До того времени переработка находимой в природе железной руды обычно производилась при помощи огня кузнечного горна, т. е. огня, раздуваемого кузнечными мехами, при чем в качестве горючего материала применялся древесный уголь. Под влиянием огня кузнечного горна, железная руда превращалась в тестообразный слиток, который по охлаждению обладал, в зависимости от искусства рабочих, то свойствами ковкого железа, то свойствами стали. Но вот в этой местности кузнецы наткнулись на железную руду, которая не поддавалась такого рода обработке. Люди несомненно толковые, они попытались усилить жар огня своего кузнечного горна, окружив последний камнями. Теперь потери жара в окружающий воздух уже больше не было, жар отражался обратно от раскаленных камней. Температура в таких высоких печах, из которых развились современные доменные печи, была настолько высока, что железо даже вытекало из них в жидком виде. Таким образом был открыт неизвестный до того времени



чугун\*). Но работа новых печей не должна была прерываться ни днем ни ночью, между тем как огонь кузнечного горна разводился по утрам, а на ночь действие его прекращалось. Если бы работу доменной печи прервать на ночь, то чугун в ней отвердел бы, продувание воздуха сделалось бы поутру невозможным, невозможным стало бы также и горение угля; домна оказалась бы закупоренной, и ее пришлось бы разобрать. Таким образом, доменная печь для своего обслуживания нуждалась в рабочих в течение круглых суток. Но для этой работы уже отнюдь не требовались кузнечные подмастерья, а нужен был новый тип рабочих, ныне называемых фабричными рабочими, для которых нет необходимости быть ремесленниками. Прежний кузнец-мастер теперь уже не принимал непосредственного участия в работах. Он должен был заботиться о продаже добываемого продукта, массовое производство которого являлось следствием непрерывной работы доменной печи, по таким ценам, которые давали бы ему возможность оплачивать наемный труд рабочих и получать в то же время прибыль для себя. Если при этом он обладал искусством значительно увеличивать эту прибыль, то он становился крупным промышленником. Таким образом, изобретение доменной печи сыграло решающую роль в деле вступления белой расы на путь фабрично-заводской промышленности, потому что оно создало крупных промышленников, которые, в связи с этим, появляются позже и в других производствах.

Итак, доменная печь доставляет при своем безостановочном действии сырой чугун; но зато она в то же время потребляет много горючего материала.

---

\*) Различают три главных сорта железа: чугун, ковкое железо и сталь. Они отличаются друг от друга, главным образом, различным содержанием углерода. В чугуне его больше, чем в ковком железе, а в последнем больше, чем в стали. От этого содержания углерода зависят также и их различные свойства. Чугун в древности не был известен, потому что он поглощает более 2-3% углерода лишь при очень высокой температуре. Поэтому, пока добыча железа из руд шла при помощи огня кузнечного горна, чугун не мог получаться.

В 1567 году в Англии начала свою работу первая такая доменная печь, и с этого момента идет быстрый рост этого производства, потому что островное положение страны с ее глубоко-врезывающимися бухтами представляло собою особенно удобные условия для отправки чугуна, что облегчало и развивало его сбыт во все порты земного шара. Но громадное потребление домнами древесного угля скоро стало угрожающим: появилась опасность уничтожения всех лесов страны. Явилась необходимость либо ограничить производство железа, либо найти другой горючий материал.

Для замены древесного угля в Англии стали прибегать к каменному углю, который там уже был известен. Однако, работа доменных печей не может производиться непосредственно на каменном угле, как она производится на древесном. Если обратить внимание, как сгорает каменный уголь даже в комнатной печи, то можно заметить, что из него, при его разогревании, выделяются смолистые вещества. Если бы нечто подобное случилось в доменной печи, то последняя была бы забита выделившимися смолистыми массами, которые препятствовали бы прохождению вдуваемого в нее воздуха; огонь в печи погас бы.

Уже со времени применения дров привыкли превращать последние для доменных печей в древесный уголь, потому что дерево, само по себе, не дает достаточного жара. Поэтому с каменным углем стали поступать точно так же, как и с деревом, т. е. выжигать его, на подобие последнего, в кострах. При этом деготь, вытекавший из угля, собирался на дне, летучие же составные части его, при жарке костра, уходили в окружающий воздух. Остаток называли коксом. Таким образом, получали продукт, заменявший древесный уголь, потому что домна могла работать на коксе, как и на древесном угле и, хотя выход\*) кокса из каменного угля, быть может, составлял лишь 50%, тем не менее тогдашние заводчики—это было в 1700 году—не много тужили об этой потере.

---

\*) Выходом называют выраженное в процентах количество продукта, получаемого из данного количества исходного материала. *Прим. ред.*

Иначе отнеслись к этому химики, которых должен был заинтересовать вопрос о том, что делалось с повидимому пропадавшей половиной весового количества угля, обрабатываемого в кокс. Но для этого им необходимо было производить коксование каменного угля не в кострах, но в лабораторных приборах, которые давали бы им возможность собирать все то, что улетучивается при накаливании угля. Употребленный для этого прибор был чрезвычайно прост: это была реторта, изобретенная в Италии в XI столетии.

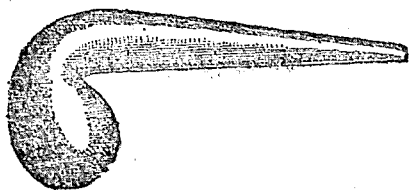


Рис. 1.

Если каменный уголь всыпать в расширенную часть реторты и нагреть последнюю извне, то все, что при данном жаре может уйти, т. е. улетучиваться, будет проходить через шейку реторты. Соединив конец шейки с холодильником, напр., с трубкой, лежащей в воде, мы заставим улетучивающиеся из реторты вещества превращаться в жидкость вследствие охлаждения и вытекать из холодильника. Таким путем получают густую темную массу, называемую дегтем или смолой; вслед за нею вытекает из холодильника дурно пахнущая вода, называемая газовой водой. О последней мы узнаем более подробно из третьей главы этой книги, когда будет речь об „искусственных удобрильных средствах“. Но даже самый лучший холодильник не в состоянии воспрепятствовать, чтобы из него, наряду с дегтем и газовой водой, не выделялся особый род „воздуха“, способный зажигаться и гореть ярким пламенем. Этот газ из каменного угля мы называем в настоящее время светильным газом. Происхождение слова „газ“ мы находим, между прочим, в сочинении Ван Гельмонта<sup>\*)</sup> „Morgenröthe der Arznei-Kunst“ (Заря врачебного искусства). Так, в одном месте своей книги он говорит:... „Я назвал этот пар (который,

<sup>\*)</sup> Ван Гельмонт, ученый XVII в., был первым, который предположил возможность существования различных газов.

впрочем, не происходил из каменного угля), за ненахождением другого имени, газом, ибо нет большого различия между ним и той сущностью (Grund-Wesen), которую древние называли хаосом". Таким образом, газ представляет собою видоизменение слова „хаос“.

Очень скоро был точно установлен незначительный удельный вес светильного газа, и уже в 1790 году рекомендовали пользоваться им для наполнения воздушных шаров, мысль о которых в то время владела всеми. Правда, тогда еще не было газовых заводов, и для указанной цели газ приходилось изготавливать лабораторным путем. Светильный газ в больших количествах стали производить впервые, путем накаливания каменного угля в больших железных трубах, некоторые машинные фабрики для освещения своих помещений. Наиболее известная из них была фабрика Болтона и Ватта, изобретателя паровой машины, расположенная возле Бирмингама. Они начали освещать ее в 1803 году. В 1814 году стали освещаться улицы Лондона, а в 1815—улицы Парижа. При этом предприниматели наталкивались на чрезвычайные трудности, так как литейные заводы соглашались поставлять лишь изготовленные ими обыкновенные трубы и отказывались от приготовления труб специального типа, какие требуются для уличного освещения. Да и публика вначале не была особенно расположена к светильному газу. Сперва с понятием о газе неизменно связывали представление о жаре и взрыве. Так, прохожие ощупывали газопроводные трубы и удивлялись, что они на ощупь холодны, и в течение первого месяца уличного освещения в Лондоне фонари вынужден был зажигать один химик, так как не нашелся ни один рабочий, который согласился бы взять на себя эту „опасную“ работу. Даже знаменитые английские химики рассматривали вначале газовое освещение, как некоторого рода забаву, не ожидая от него какого-либо промышленного успеха, а Вальтер Скотт высказался по поводу освещения Лондона следующим образом: „Мир поставлен вверх ногами; Лондон должен теперь освещаться в зимние ночи угольным дымом, облака которого превращают наши зимние дни в ночи“.

Газовые заводы стали после этого довольно быстро распространяться среди культурных народов белой расы, за исключением России, имевшей еще перед последней войной изумительно мало газовых заводов. В настоящее время годовое потребление светильного газа на всем земном шаре оценивается в 22 миллиарда кубических метров, которые получают из 60 миллионов тонн каменного угля.

Теперь предложим себе следующий вопрос: каким образом из каменного угля при сухой его перегонке (дистилляции)—так называют прокалывание сухих веществ в реторте—образуются кокс, деготь, газовая вода и светильный газ? Происходит это следующим образом.

Сырой каменный уголь содержит, главным образом, углерод, а также водород и некоторое количество азота и кислорода. Кроме того, он содержит еще немного минеральных веществ, совокупность которых носит название золы; последняя остается после сгорания угля. Углерод, сам по себе, не летуч, как бы странным это ни казалось мало сведущему человеку: ведь он видит исчезновение угля при сгорании его в печи. Но это исчезновение происходит не от летучести угля, а оттого, что при горении он соединяется с кислородом воздуха, поступающего в печь через ее колосниковую решетку; продуктом этого соединения является углекислый газ, который уходит через дымоход. В реторте же, в которой накаливают уголь для получения светильного газа и кокса, раскаленный уголь не приходит в соприкосновение с воздухом и, таким образом, он в ней остается в виде кокса. Последний может затем снова гореть на воздухе. Но зато углерод в раскаленной реторте может соединиться с водородом и в форме такого соединения улетучиваться. Само собою понятно, что при этом образуется углеводород. Но углерод может дать невероятно большое число таких углеводородов, которые, однако, химики, благодаря замечательной атомной теории, умеют различать как теоретически, так и практически, несмотря на большое число их. Так как водород—самый легкий из всех газов и, следовательно, самое легкое из всех веществ, то те углеводороды, которые содержат много водорода, будут, подобно последнему, газо-

образными; они то и составляют светильный газ. Если содержание углерода в углеводородах будет возрастать, то они будут представлять собою жидкости. Таковыми мы находим их в дегте, напр., бензол. Согласно высказанному взгляду, должны существовать также и твердые углеводороды; таковым является, напр., нафталин, содержащий мало водорода.— Находящийся в каменном угле кислород также присоединяется в раскаленной реторте к углеводородам, образуя с ними соединения, содержащие кислород. Примером одного из таких соединений может служить карболовая кислота. Наконец и азот, содержащийся в угле, соединяется при калильном жаре большею частью с водородом. Образующееся при этом соединение, получавшееся из другого источника, известно уже с глубокой древности и называется с того времени аммиаком. Теперь для нас выяснилось, каким образом для газовых заводов стало возможным продавать столь большое количество аммиака, получаемого в виде побочного продукта. Но почему образуется при сухой перегонке столь значительное число различных веществ? И это также легко понять. В очень больших ретортах, какие применяются в производстве, каменный уголь, прикасающийся к стенкам реторты, может находиться в состоянии красного каления в то время, когда внутри самой реторты он бывает едва теплым. Таким образом, перегонка совершается при всех возможных температурах, и, кроме того, улечивающиеся вещества соприкасаются перед оставлением реторты с раскаленными стенками последней, что также влияет на изменение их химического состава.

Деготь, к применению которого мы теперь переходим, был вначале довольно неприятным придатком к производству светильного газа. Эта масса, окрашенная в черный цвет механически уносимой угольной пылью, применялась сперва почти исключительно для обмазки заборов; все же, что оставалось за ненахождением подобного применения, уничтожалось сожжением. Правда, и химик немного может сделать с дегтем в том виде, в каком он его получает из реторты газового завода. Но так как из реторты выходит весь деготь, то он, бчевидно, состоит

из летучих веществ. Поэтому условия станут совершенно иными, если я деготь разложу путем вторичной перегонки на его различные составные части; из последних же могут быть выбраны такие, для которых может быть найдено хорошее применение. Этот процесс вначале был довольно простым. Сперва деготь подвергали перегонке только для того, чтобы получить из него так называемое „тяжелое масло“, потому что оно оказалось лучшим материалом для импрегнирования (пропитывания), с целью предупреждения гниения, железно-дорожных шпал, телеграфных столбов, рудничных свай и т. п. В настоящее время перегонки дегтя производятся в ретортах, склепанных из железных листов, вместимостью в 30000 килограмм. При перегонке прежде всего отгоняется немного примешанной к дегтю газовой воды; за нею следует легкое масло с точкой кипения от 80° до 200°. За легким маслом следует среднее масло. Из него, а также из отходящего вслед за ним тяжелого масла выделяется при охлаждении нафталин. Затем следует антраценовое масло, дающее при охлаждении столь важный продукт, как антрацен (об этом ниже). Полученному теперь в реторте остатку дают вытечь, и он отвердевает, образуя, так называемый, каменноугольный пек. Прибавление этого пека к каменному углю придает последнему способность спрессовываться при нагревании в каменноугольные брикеты, и, таким образом, делается возможным использование бывшей до того почти бесполезной каменноугольной мелочи. Небольшие количества пека отправляют также на фабрики, изготовляющие кровельный толь. Пример пека наглядно показывает, как повидимому ничего нестоющий отброс может послужить основанием производства такого чрезвычайно важного продукта, каким является угольный брикет.

Деготь газовых заводов содержит приблизительно следующие количества, выраженные в процентах, ценных составных частей:

Легкого бензола . . . . .	1.5	--	20%
Тяжелого бензола . . . . .	0.5	—	10%
Карболовой кислоты . . . . .	0.5	—	10%
Нафталина . . . . .	4	—	60%
Антрацена . . . . .	0.3	—	50%
Тяжелого дегтярного масла . . . . .	20	—	30%
Пека . . . . .	50	—	60%

Перечисленные сырые фракции \*) перегонки дегтя были, в свою очередь, снова подвергнуты перегонке, при чем принимались меры предосторожности. Эти меры состоят в том, что в шлем реторты вставляют термометр, позволяющий отмечать температуру перегоняющегося пара. Когда термометр поднимается до  $81^{\circ}$ , то из холодильника вытекает светлое масло, носящее название бензола. После того как последний отогнан при указанной температуре, ртутный столбик термометра снова останавливается при  $111^{\circ}$ . Появляется новое масло, называемое толуолом. Тотчас по отгонке последнего ртуть быстро подскакивает к  $139^{\circ}$ , и с этого момента перегонка дает продукт, называемый ксилолом и т. д.

Мы только что услышали названия: бензол и толуол. Они напоминают нам про бензойную смолу и толуанский бальзам, которые аптекаря получают уже столетиями из Индии для лечебных целей. Действительно, накаляемые палящим солнцем индийские леса, в которые мы, благодаря созвучию названий, мысленно чувствуем себя перенесенными из тесных рамок темных дистилляционных помещений, доставляли раньше химикам при посредстве аптекарей эти вещества в качестве ценного сырого материала, из которого в лабораториях получали бензол и толуол. Как же это возможно, что в дистилляте (отгоне) каменноугольного дегтя находятся те же вещества, какие содержатся в вышеуказанных индийских ценных продуктах растительного происхождения? Возможность этого, я полагаю, выяснится из следующего хода рассуждений. Составные части названных ценных веществ, понимая последнее слово в химическом смысле, встречаются в древесных породах всех поясов земного шара, а, следовательно, находились также и в лесах каменноугольного периода и сохранились в каменном угле. Как показала практика, мы можем получать их еще и те-

---

\*) Части, отбираемые при перегонке, соответственно [определенной температуре или определенному удельному весу, называют в химии фракциями; самую же перегонку при таких условиях называют фракционированной или дробной.



перь в относительно мало измененном виде при помощи перегонки каменного угля. Далее природа превращает эти составные части в некоторых специальных растениях исключительно тропических стран в ценные для нас вещества, частью уже нами названные, а также и в другие, как, напр., в индиго. Химик же, при любых климатических условиях и без содействия солнца, может на своей фабрике превратить эти составные части из той формы, в какой они получаются при перегонке, в вещества, тождественные с теми, какие дают определенные тропические растения.

Таким образом, нам теперь уже не трудно понять, что, в силу только что сказанного, удалось искусственно приготовить бензойную кислоту, главную составную часть бензойной смолы, из дистиллята каменноугольного дегтя. Но очень немногие из читателей догадываются, что они неоднократно потребляли такую искусственно приготовленную бензойную кислоту с пищей, ибо она, являясь прекрасным антисептическим средством, служит для предохранения от порчи маргарина \*).

Если бензойную кислоту превратить в соединение, называемое в химии сложным эфиром, то получают жидкость с чудеснейшим ароматом, ради которого ее применяют в качестве приправы кондитера. Другим продуктом превращения той же кислоты является сульфенид бензойной кислоты, сладкое вещество, называемое в обыденной жизни сахарином. Открывший его химик сообщает следующее. Перед оставлением лаборатории он, как всегда, тщательно вымыл руки. Но вечером, во время ужина, хлеб и все, к чему он ни прикасался руками, приобретало сладкий вкус. Это навело его на мысль, что к его рукам пристало в лаборатории какое то чрезвычайно сладкое вещество. На следующий день он перепробовал все вещества, бывшие на его рабочем столе и, таким образом, было открыто новое пряное средство. Ведь сахарин в действительности может рассматриваться, как пряность, ибо, не повышая питательного значения пищевых средств (в этом он противоположен сахару),

---

\*) Маргарин—искусственное коровье масло, широко потребляется за границей народными массами. У нас в России он менее распространен.

*Прим. ред.*

он уже в самом малом количестве в состоянии произвести весьма значительные вкусовые изменения, способствующие приему пищи, а следовательно улучшающие питание.

Известно, что у химиков в лабораториях имеется бесчисленное множество сильно действующих реактивов, посредством которых они подвергают изменениям всякого рода вещества. Опыт показал, что все углеводороды каменноугольного дегтя весьма сильно и определенным образом изменяются при действии на них крепкой азотной кислоты (по-латыни *acidum nitricum*). Если, например, действовать ею на бензол, т. е. смешать последний с азотной кислотой, то бензол превращается в нитробензол. Это вещество совершенно случайно имеет запах, напоминающий запах горького миндаля, что оказало добрую услугу более бедным слоям населения, ибо еще пятьдесят лет тому назад мыла, приготовленные из дешевых сырых материалов, обладали довольно-таки неприятным запахом, который исчез, как только стали прибавлять к ним ничтожное количество нитробензола, известного в продаже под измышленным названием мирбанового масла. Таким же путем получен был продукт, имеющий случайно еще более приятный запах. При действии смесью серной и азотной кислот на уже ранее упомянутый углеводород ксилол, предварительно превращенный в бутилксилол, получается тринитробутилксилол, могущий заменить собою наиболее ароматные вещества. Это тринитросоединение входит в настоящее время в состав большинства духов, вместо естественного мускуса, запах которого оно настолько напоминает, что его нельзя отличить от последнего. Поэтому его продают как искусственный мускус. Перед войной килограмм его стоил лишь 20 марок.

Мы теперь знаем, что превращения углеводородов каменноугольного дегтя в нитросоединения производятся без особого труда. Но нитро-группа обладает еще одним приятным свойством: она с легкостью может быть превращена в амидную группу. Так, из бензола легко можно получить амидо-бензол. Этот последний известен всем под названием анилина. Однако, почему только у химиков такое нагромо-

ждение названий? Ведь им и без того известно достаточное количество веществ, к чему же еще отдельные из них разделять несколькими названиями? Так может воскликнуть любой неспециалист, и он будет, по своему, прав. Но когда он узнает причины этого, то станет думать иначе.

Когда подвергают индиго сухой перегонке, поместив его, как это мы уже видели на примере с каменным углем, в реторту и нагревают последнюю, то получают масло, названное открывшим его химиком анилином, потому что по-испански индиго называется *anil*. Лишь много времени спустя, нитробензол был превращен в амидобензол, т. е. искусственный анилин, а именно при следующих обстоятельствах. Знаменитый химик Либих в своей лаборатории в Гиссене, пользовавшейся в пятидесятых годах всемирной известностью, поручил своему ученику Гофману заняться более подробным исследованием тогда еще мало изученного масла из индиго. Ученик представил блестящую работу, в которой он доказал, что анилин есть не что иное, как амидобензол, искусственно получающийся из бензола.

Когда высоко - просвещенные англичане пожелали иметь и в своем отечестве лабораторию, подобную Либиховской, они собрали для этого необходимую сумму денег, и Либих порекомендовал им в качестве директора того же Гофмана. Последний поручил в Лондоне нескольким своим ученикам снова заняться изучением анилина. В один прекрасный день, в 1856 году, один из этих учеников, Перкин, получил красивую фиолетовую краску. Так как отец его был красильным мастером, то Перкин дал ему небольшое количество краски на пробу, и отец признал, ее технически применимой. Этим был проложен первый путь к приготовлению искусственных красящих веществ, и можно было надеяться освободиться от зависимости от природных красок и, даже больше того, превзойти, насколько возможно, последние. И в этом деле счастье оказалось благосклонным к химикам, потому что еще в том же году появилось сообщение Натансона в Варшаве, что анилин может дать превосходное красное красящее вещество, каковое наблюдение Натансона было подтверждено Гофманом.

Однако способ фабричного приготовления этой красной краски находит лишь Лионский профессор Вергэн (Vergin). Он нагревает анилин с одним сухим хлористым металлом; появляется поразительная по красоте красная краска, которая получает название фуксина по цветку фуксии. Подобного красящего вещества мир не знал до того времени; на ряду с ним даже великолепная кошенилевая краска<sup>1)</sup> кажется совершенно тусклой. Теперь начинаются поиски за заменой или за неуязвимым с точки зрения патентного права обходом Вергэнновского сухого хлористого металла. Испробовано все мыслимое. Все, по своей пригодности для приготовления фуксина, побивается мышьяковой кислотой, которую рекомендует англичанин Мелдок. Его патент доставляет ему целое состояние. Но тут то, как это всегда бывает при патентах, приносящих доход, начинается погоня в поисках за слабыми местами в патенте, которые дали бы возможность объявить последний недействительным. Разгорается дикая борьба, и в ней принимают участие, в качестве экспертов, знаменитейшие химики того времени. Эта борьба приводит попутно к прекрасным чисто научным работам, сохраняющим свою ценность на все времена. Борьба длится пять лет, и в результате все слова в патенте Мелдока, какие только допускают иное толкование, настолько перетолковываются противниками, что патент объявляется недействительным. Безусловно интересно для всякого, и чрезвычайно важно даже в настоящее время для каждого изобретателя то обстоятельство, что и патент Мелдока гибнет вследствие того, что последний, в ограждение своих интересов, слишком много патентовал. В этом и сказалась слабость его патента. Мелдоку удалось счастливо отразить все самые опасные удары, направленные против него, поскольку они касались чисто химической области; но один из противников использовал для нападения помещенные в патенте слова „горячий или холодный“. Однако фуксин может быть полу-

---

<sup>1)</sup> Эта краска добывается из мексиканского насекомого *Coccus casti*  
*Прим. ред.*

чен только при нагревании, на холоду же получение его не удается. Таким образом, патент М е л д о к а представлял одновременно два патента: один осуществимый, а другой неосуществимый. По английскому же патентному праву это совершенно недопустимо и дает вполне достаточное основание для упразднения патента. Тяжбы о патентах всегда чрезвычайно дороги, и если они еще длятся в течение пяти лет, они поглощают целые состояния. Я не могу упустить здесь случая, чтобы не предостеречь от переоценки новых идей. Я это подчеркиваю, имея в виду изобретателей вообще, а особенно молодых химиков, которые на основании одного лабораторного опыта рассчитывают покорить весь мир. Роль идеи в конечном успехе какого-либо патента может быть учтена большею частью приблизительно десятью—двадцатью процентами, потому что решающее значение имеет ее техническое осуществление.

Когда для приготовления фуксина применяют мышьяковую кислоту, то фуксин содержит мышьяк, и, хотя это содержание мышьяка ничего общего не имеет с анилиновой краской\*), как таковой, оно создало анилиновым краскам на многие годы общераспространенную репутацию ядовитости. Поэтому для фабрикантов было истинным избавлением, когда впоследствии К у п ь е (Courrier) нашел условия, при которых стало возможным применять, вместо мышьяковой кислоты, уже известный нам нитробензол и получать теперь при одинаковом выходе совершенно неядовитый фуксин.

Лишь после многолетних работ удалось точно выяснить, как связаны между собою все атомы в фуксине, соединении чрезвычайно сложном в химическом отношении. Благодаря этому химики-техники могли наметить совершенно новые пути для приготовления фуксина. Результат их работ нашел свое выражение в 1891 году в немецком имперском патенте за № 68464; в нем описан способ этого производства, который вряд-ли может быть превзойден. В заклю-

\*) Каменноугольные краски носят также название анилиновых красок, потому что первая из них,—именно фуксин, была приготовлена из анилина.

*Прим. ред.*

чение я приведу еще следующий числовой материал, касающийся этого важного красящего вещества. 100 кгр. каменного угля дают в среднем 5 кгр. дегтя; 100 кгр. дегтя дают 3 кгр. бензола, а из последнего получали в прежнее время 1,13 кгр. фуксина, так что для получения 1 кгр. фуксина необходимо было 1800 кгр. каменного угля. Таким образом, килограмм фуксина стоил в 1866 году 1200 марок; произведенные же позже коренные улучшения в технике его приготовления низвели эту цену перед войной до 6 марок. В течение многих лет незначительная в общем прочность анилиновых красок была неблагоприятна для их репутации; но и это почти совершенно изменилось. Можно даже сказать, что в настоящее время фабрики анилиновых красок могут выпускать, если только не предъявляются к ним требования на слишком дешевые продукты, всевозможные краски для тканей и ковров такой прочности, какая только может быть потребована для нормального потребления. Они изготовляют краски, как напр., индантреновые красящие вещества \*), прочность которых превышает продолжительность существования самих окрашенных ими тканей. Само собою понятно, что на практике требуется лишь, чтобы окрашенный материал сохранял свой цвет до тех пор, пока пользуются этим материалом. При этом, в зависимости от условий, требуется прочность относительно света, стирки, воды, пота и глаженья, а также стойкость относительно уличной грязи. Кроме того, цвет не должен меняться при искусственном освещении. Таким образом, не будут, напр., предъявлять к ковру требований прочности к стирке, равно как не требуется прочности к свету от бального платья. В общем в красильных фабриках применяется от четырехсот до пятисот искусственных красящих веществ.

Еще задолго до того, как химики наткнулись на искусственные красящие вещества, они пытались, хотя очень долгое время и тщетно, приготовить искусственно, лабораторным путем, те краски, которыми наделяет нас природа.

\*) Индантреновые красящие вещества принадлежат к группе так называемых ализаринových красок. Они окрашивают ткани в прочные желтый синий и зеленый цвета.

*Прим. ред.*

Когда эти попытки впоследствии увенчались успехом, обнаружилось, что, положив в основание перегонку каменноугольного дегтя, можно искусственно приготовить также и важнейшие естественные краски, и их получение, в свою очередь, сделалось возможным на химических фабриках.

Первый успех был достигнут с краппом (марена). Его называют также „алым цветом“, и он представляет собою размолотый корень растения, которое возделывали в Малой Азии, а также в Европе до широты южной Германии. Корень краппа, носитель красящего вещества, назывался на Востоке а л и з а р и. Крапп является веществом чрезвычайно пригодным для приготовления красок. Так, напр., посредством а л и з а р и н а можно достигнуть всех оттенков цветов от фиолетового до черного и от красного до розового, в зависимости от предварительной обработки пряжи соответственными протравами \*).

К этому нужно еще прибавить, что ализариновые краски отличаются большой прочностью. Уже в 1823 году началось химическое исследование краппа. Но решительного успеха достиг лишь Г р е в е в 1863 году. Ему удалось установить, что красящее вещество краппа находится в прямой связи с антраценом, тем углеводородом, с которым мы познакомились при дистилляции каменноугольного дегтя. Дальнейшее исследование показало, что красящее вещество представляет собою в химическом отношении диоксиантрахинон.

Таким образом, задача сводилась теперь к переводению антрацена в это соединение. Но это было отнюдь не легко, тем более, что цена для искусственного красящего вещества, изготовленного на фабрике, должна была быть ниже цены, установленной в то время для естественного продукта. Ис-

---

\*) Не всякая краска удерживается (фиксируется) волокнами пряжи. Для фиксирования краски волокна предварительно обрабатывают растворами различных солей, напр., квасцами. Такой процесс называется протравлением, а самые вещества, которыми протравляют — протравами. Волокна, обработанные последними, становятся способными к фиксированию красящих веществ, с которыми протравы образуют нерастворимые в воде соединения, называемые красильными лаками\*.

*Прим. ред.*

искусственный ализарин долгое время готовили путем сплавления антрацена, полученного из каменноугольного дегтя, с некоторыми необходимыми для этого веществами. Плавление производилось в открытых печах. К сожалению, при этом получалось много побочных продуктов, так что выход красящего вещества был не особенно велик. Но вот на одной Рейнской фабрике красок смывленные рабочие подметили, что при известном направлении ветра выход ализарина становился больше обычного. Котел, в котором производилось плавление, находился под вытяжной трубой для отвода наружу подымавшихся из него паров. Только при одном направлении ветра вытяжная труба функционировала неудовлетворительно, при чем ветер вгонял воздух до самой плавившейся массы. Оповещенный об этом химик тотчас подумал, что улучшение выхода может обуславливаться только действием кислорода воздуха. Поэтому он прибавил к сплаву вещество, способное к длительному выделению кислорода во время нагревания. Благодаря этому выход краски достиг почти теоретически вычисленного количества, т. е. достиг наивысшей степени, какую только допускает сама природа вещей. Такие случайные успехи, как только что описанный, становятся чем дальше, тем реже, потому что химики все более научаются овладевать также и химико-техническими процессами.

Хотя каменноугольный деготь содержит лишь 0,4% антрацена, этого все же достаточно, чтобы покрыть потребность красильных фабрик в ализариновой краске, и поэтому культура краппа прекратилась на всем земном шаре.

Более значительных научных исследований и работ потребовало несравненно более трудное приготовление искусственного индиго. Еще в 1800 году Наполеон объявил премию в 1 миллион франков за открытие способа искусственного приготовления индиго. Однако, тогда далеко еще не назрело время для решения подобного рода задач. Позже, лишь после чрезвычайных успехов научной химии, эту задачу разрешил Байер рядом поразительных лабораторных работ в течение восемнадцати лет. Это было в 1880 году. Но химики-техники продолжали работать еще семнадцать



лет и, наконец, в 1897 году можно было выпустить в продажу искусственное индиго. Эта задача была разрешена исключительно в одной Германии.

Покажется, пожалуй, странным, если я скажу, что исходным материалом для синтетического<sup>1)</sup> индиго является нафталин, который большинство считают не чем иным, как хорошим средством против моли. Приготовление индиго на химических фабриках принадлежит несомненно к величайшим достижениям прикладной химии. Победоносная борьба ализарина с естественным краппом в семидесятих годах являла собою, конечно, блестящий пример в этой области, расчет тотчас показал, что с открытием ализарина в поражении естественного продукта не может быть сомнений. Ведь дело шло о замене товара, содержавшего только несколько процентов красящего вещества, и к тому же еще портившегося при лежании, чистым и не менее, чем в пятьдесят раз более сильным, красящим веществом. Теперь же предстояло заменить естественное индиго продуктом более высокого качества и более дешевым. Задача нелегкая, если принять во внимание, что естественное индиго содержит уже до 80% чистого красящего вещества, что оно к тому же не слишком дорого и легко может быть переведено без больших затрат в химически-чистое индиго. Кроме того, немецкие фабрики должны были считаться еще с тем, что, начиная конкуренцию, они встретят чувствительное понижение цены естественного красящего вещества, угрожаемого в своем праве на существование. Таким образом, они должны были быть заранее уверены, что в дальнейшем можно будет выпускать искусственное индиго по более дешевой цене, чем та цена, по которой оно первоначально будет продаваться и, следовательно, уже заранее должны были к этому приспособиться. В 1897 году 1 кгр. искусственного индиго стоил 15 марок, в 1906 году—только 7,50 марок. Однако, прикладная химия не почилла на лаврах, не преклонилась даже перед этим „ко-

<sup>1)</sup> Получение сложных веществ из более простых веществ или элементов называется в химии синтезом, а самый способ получения—синтетическим.

*Прим. ред.*

ролем красок“, царствовавшим тысячелетия, и уже создала также из каменноугольного дегтя гидророзовую синь, которая является действительным конкурентом индиго, по крайней мере при окрашивании хлопчатобумажных тканей. Она прочнее и дешевле, и к тому же окрашивание ею проще, чем индиго. Еще задолго до войны воротники матросских курток окрашивались этой краской.

Мы уже знаем, что каменный уголь содержит также немного кислорода. Когда в раскаленной реторте бензол присоединяет атом кислорода, то он переходит при этом в карболовую кислоту, которая перегоняется при 186°. Название этого соединения общеизвестно, но этим оно обязано обстоятельствам, которые имеют мало общего с химией.

Пастер при своих удивительных исследованиях над мельчайшими живыми существами, невидимыми вследствие их микроскопической величины, но окружающими нас повсюду, подобно пылинкам в воздухе, нашел, что между ними имеются и такие, которые, попадая в открытые раны, чрезвычайно быстро размножаются в них и вызывают нагноение. Отсюда врач Листер вывел заключение, которое должно быть навеки сохранено в памяти человечества: можно предупредить нагноение ран, если убить эти мельчайшие организмы растительного происхождения, видимые лишь под микроскопом, прежде, чем они успеют причинить зло.

Нам всем известно, как после этого развилась хирургия мирного времени, каких изумительных успехов она достигла с тех пор.

Далее, мы знаем также, какое значение имело Листеровское открытие для военного времени, ибо без него военная хирургия, печальное состояние которой стало нам слишком хорошо известным со времени Лейпцигского сражения в 1813 году\*), не могла бы спасти бесчисленное количество тяжело раненых, которые остались живы. Мало

---

\*) Состояние раненых после этого жестокого сражения было чрезвычайно мучительным.

кому известно, что в этой то именно области производство каменноугольных красок оказалось носителем столь высокой миссии, что это второе его достижение постепенно стало оцениваться в человеческой истории выше, чем все чисто материальные выгоды, которые оно принесло с собою.

Началом для этой второй высшей оценки анилиновых красок послужили работы Вейгерта, который в конце семидесятых годов открыл способность мельчайших живых организмов, „бактерий“, окрашиваться этими красящими веществами и этим сделал доступными изучению мельчайшие живые существа, до того времени с трудом лишь видимые под микроскопом и поэтому едва различаемые друг от друга. Пользуясь этим способом, Кох открыл уже в 1882 году бациллу туберкулеза.

Хотя выращивание бактерий в чистых культурах и многое другое существенное должно было быть присоединено к Коховскому методу, чтобы был достигнут значительный успех, но все же он был бы невозможен без применения анилиновых красок. Насколько открытие других ставших впоследствии известными микроорганизмов также зависело от их способности к окрашиванию, видно из того, что *spirochaeta pallida*, болезнетворное начало сифилиса, долго не поддавалось открытию, ибо, как видно из названия, способность ее к окрашиванию чрезвычайно слаба, и окраска ее остается бледной.

Далее, производство дегтярных красок, на ряду со способом распознавания бактерий, дало также два способа борьбы с ними: во-первых, путем развития фабричного производства лечебных сывороток, при чем прежде всего было проведено изготовление в большом масштабе дифтерийного противоядия, растворенного в лошадиной сыворотке, а за ним последовали прививки против тифа, холеры и т. п. Во вторых, только производство анилиновых красок сделало возможным приготовление в широком масштабе чрезвычайно трудно получаемого сальварсана, знаменитого средства Эрлиха для лечения сифилиса. Сальварсан представляет собою солянокислое соединение ди-

аминодиоксиарсенобензола; из двух последних слогов этого названия мы видим, что основанием этого целебного средства является также бензол каменноугольного дегтя. В настоящее время химическим путем вводят еще в соединение серебро и полагают, что серебряное соединение салварсана имеет существенные преимущества перед первоначальным средством.

Мы видим здесь, как стремление людей к красивым краскам совсем случайно привело попутно к совершенно новой области человеческого творчества. Производство анилиновых красок дает прямым и косвенным путем не только средства для распознавания, но, что еще более важно, средства для борьбы с нашими страшнейшими врагами, болезнетворными бактериями, и в этом состоит одно из величайших культурных завоеваний всех времен.

Первым веществом, употребленным Листером для умерщвления бацилл или, как мы теперь говорим, первым антисептическим средством была карболовая кислота. В течение ряда лет у нее появилось очень много конкурентов и преемников. Но эта же самая карболовая кислота, проделав уже знакомый нам процесс, в своей новой форме принесла смерть или ранения бесчисленному количеству воинов. Дело сводится к следующему.

Как известно, старый порох состоит из селитры, серы и угля. Селитра, с химической точки зрения, представляет собою азотнокислую калиевую соль. При взрыве пороха образуется серноокислая соль, которая в воздухе образует пороховой дым.

Когда азотная кислота надлежащим образом действует на карболовую кислоту, то получается тринитрокарболовая кислота. Это вещество красивого желтого цвета носит название пикриновой кислоты (pikros — желтый). В нем, как и в порохе, заключена в измененном виде энергия селитры, что ясно само по себе. Поэтому пикриновая кислота является новым видом пороха, который, однако в основе отличается от старого тем, что в нем нет калия вследствие чего его взрывы бездымны. Таким образом, мы видим, что перегонка каменноугольного дегтя дала также

возможность получать бездымный порох, вызвавший такое удивление. При плавлении пикриновой кислоты получается плав, похожий на мед. Последний называется по латыни *mel*, и поэтому первый французский военный порох получил название мелинита. Однако, от применения мелинита нужно было отказаться, потому что с течением времени обнаружилась его склонность к самовоспламенению. Немцы при введении своего бездымного пороха проявили больше основательности. Уже в 1891 году ими было установлено, что тринитротолуол (толуол уже нам также известен, как один из продуктов перегонки каменноугольного дегтя) обладает значительными преимуществами по сравнению с пикриновой кислотой (тринитрокарболовой кислотой); в смысле же безопасности обращения с ним, нечувствительности его к толчкам, индифферентного отношения его к железу, свинцу и т. п., его неядовитости, он представляет для военных целей совершенно идеальное взрывчатое вещество. Таким он себя вполне проявил в великой войне. Но и здесь вскоре сказалось в высшей степени губительное влияние блокады. Каменноугольный деготь содержит лишь немного толуола, и постепенно стал ощущаться недостаток в последнем. Поэтому во время войны Германии пришлось изыскивать новые сорта пороха для замены ими тринитротолуола. Но эти новые виды пороха, хотя и не были плохого качества, все же не могли сравниться с „тритолилом“, испытанным в течение двадцати пяти лет. В конце концов всякий—дита своего времени, как бы высоко он ни считал себя стоящим над ним. Поэтому то вожди нашей армии, после счастливого начала войны, были одержимы упорной идеей, что они должны окончательно победить, и не могли решиться во время остановить военные действия, несмотря на то, что даже в отношении пороха, т. е. самого существенного в сражении, они постепенно оказывались в худшем положении, чем наши противники. При различных видах бездымного пороха имеет значение не только отсутствие дыма, но и их бесконечно бóльшая энергия. Прежний черный порох сгорает; новый же порох моментально распадается, потому что он представляет собою разлагающееся химическое соединение. Наблюдения,

произведенные над динамитом, энергия которого значительно уступает энергии новых видов бездымного пороха, показали следующее: если бы пожелать собрать посредством пружин ту энергию, которую в состоянии развить 1 кгр. черного пороха при его взрыве, то для этого понадобилась бы работа десяти человек в течение почти одного часа. При взрыве же 1 кгр. динамита для той же цели потребовалось бы две тысячи миллионов человек.

Подобно тому как бензойная кислота соответствует бензолу, точно так же салициловая кислота соответствует карболовой кислоте. Малое созвучие названий объясняется тем, что салициловая кислота уже издавна получалась из коры ивового дерева, латинское название которого—*salix*. Из карболовой же кислоты она получена искусственно значительно позже по фабричному способу, который ничем не может быть превзойден. В антисептическом отношении она подобна карболовой кислоте, но только лишена запаха, и поэтому ею пользуются хозяйки в качестве средства, консервирующего варенья. Но мы говорим здесь о ней совсем по другой причине. Ее натриевая соль, салициловокислый натрий, проявила себя как специфическое целебное средство при суставном ревматизме и этим приобрела большое значение в медицине. Это открытие было случайным результатом фармацевтических опытов, ибо такое действие салициловокислого натрия не может быть еще теоретически ни предусмотрено ни обосновано.

В другой области, а именно в области противолихорадочных средств, были чисто теоретически, так сказать, построены также из продуктов дистилляции каменноугольного дегтя лечебные средства, из числа которых мы уже познакомились с сальварсаном, предназначенным, правда, для другой определенной цели. Известно, что природа создает в некоторых растениях вещества, обладающие изумительным действием на человеческий организм. Таковы, напр., хинин, как средство против лихорадки, морфий, как снотворное, атропин, как расширяющее зрачок, кокаин, как местное обезболивающее средство; далее, употребление вещества, заключенного в мухоморе, вызывает чувство паре-

ния или летания, чем, вероятно, объясняются средневековые представления о полете ведьм, и т. д. Ныне давно всеми оцененный хинин был впервые позаимствован в 1638 г. из сокровищницы индейских лечебных средств и применен при припадке лихорадки у больной жены перуанского вице-короля Цинхона, а уже сто лет тому назад он был подвергнут более точному химическому исследованию. Но лишь в 1909 году были доведены до конца те удивительные работы, благодаря которым нам теперь известно, как связаны между собою сорок восемь атомов, из которых состоит хинин. Уже давно путем сухой перегонки хинина удалось получить маслообразное вещество, которое назвали хинолином. Цена последнего должна была бы быть значительно выше цены столь дорогого хинина, из которого он был получен. И все таки ко времени начала войны килограмм его стоил лишь около 10 марок. Дело в том, что была точно установлена возможность искусственного получения хинолина путем нагревания анилина с нитробензолом, глицерином и серной кислотой. Поэтому, при дешевизне исходных материалов, получение хинолина было также дешево в нормальное время, и его производили ежедневно в количестве около 10000 кгр., потому что он представляет собою исходное вещество для получения прекрасных красящих веществ. Но уже около 1880 года была сделана также еще следующая предпосылка: хинолин представляет собою, так сказать, скелет хинина. Поэтому не будет ли возможно получение искусственного противолихорадочного средства, если этот скелет облечь группами атомов таким образом, чтобы новое тело, хотя бы и приблизительно, соответствовало первоначальному хинину? Достигнутый результат отвечал ожиданиям. Полученное на основании этих теоретических построений вещество действительно понижало температуру у лихорадивших кроликов. Для того, чтобы вызвать повышение у последних температуры, им впрыскивают под кожу гной. Такого же понижения температуры достигали у лихорадивших людей, которым давали новое средство. Оно получило название талина. Вскоре на смену ему появились другие лучшие: кто не знает теперь антипирина, фенацетина или антифебри-

на, которые являются такого рода искусственными противохородачными средствами?

Лечебные средства, как мы знаем из рецептов врачей, действуют большею частью в очень малых количествах на человеческий организм. Но наше обоняние чувствительно к еще значительно меньшим количествам пахучих веществ. В конце концов, источником того или другого аромата\*) является какое-либо растительное вещество, и многие из таких веществ удалось приготовить искусственно. Так, получают ароматические начала многих растений путем перегонки их посредством водяного пара в виде масел, собираемых в приемники. Эти масла носят общее название „эфирных масел“. К числу их принадлежит, напр., масло горького миндаля. Исследование его показало, что оно представляет собою бензойный альдегид, который опять-таки находится в близкой связи с бензолом. Поэтому его стали готовить искусственно и, так как бензойный альдегид находит большое применение также и в производстве красящих веществ, то началось его массовое производство. Цена его перед войной составляла лишь около 3 марок за килограмм.

Таким образом, искусственно приготовленное вещество, обладающее запахом горького миндаля, является тождественным с ароматическим веществом, содержащимся в самом горьком миндале, только оно представляет собою дело рук химиков, а не природы. Нитробензол же, о котором мы го-

---

\*) Случается также, что запах приобретает техническое значение. Так, индийские кашемировые шали обладают очень стойким запахом. Когда одному лионскому фабриканту удалось, наконец, их безупречно имитировать, шали его все же не имели сбыта, покуда ему не пришло в голову что оригинальный запах индийских шалей также может быть имитирован посредством пачули. Далее, позволю себе прибавить следующее из личных воспоминаний. С 1883 по 1885 г. я работал в Брюнне в качестве химика. Старые тамошние фабриканты, которые принимали участие в первых шагах суконного производства „австрийского Манчестера“, рассказывали мне, что прежде чем выпустить в продажу свои сукна, они выдерживали их в камерах, смазанных дегтем, так как запах последнего служил отличительным признаком английского сукна, еще не освободившегося от запаха судна. Позже качество их сукон стало говорить само за себя.



ворили на стр. 13, обладает лишь чисто случайно запахом, напоминающим запах горького миндаля.

Приготавливаемое из горького миндаля масло стоило в прежнее время очень дорого. В 1842 году Петербургская таможня заарестовала несколько фунтов масла горького миндаля, так как оно было неправильно заявлено. Масло было передано тамошней правительственной лаборатории, и из последней вышли фундаментальные работы о веществе, которое мы теперь называем бензальдегидом.

В растениях, обладающих наиболее приятным запахом, последний является смешанным, к этому мы еще вернемся, когда речь будет о ванилине. Так, изумительный аромат масла иланг - иланга обуславливается, наряду со сложными химическими соединениями, являющимися главными носителями аромата, также и столь простыми соединениями, как эфиры бензойной, салициловой и антралиловой кислот. Последняя из кислот может быть искусственно получена из антрацена, который, как мы уже знаем, дает красную ализариновую краску. Это, в свою очередь, послужило поводом для производства искусственных ароматических веществ, на подобие искусственных анилиновых красок, без отношения к естественным продуктам.

Смесь одних только искусственных ароматических веществ, либо соединение их с естественными продуктами дает прекрасные результаты. Благодаря этому производство пахучих веществ в Германии повысилось с 10 миллионов марок в 1880 году до 50 миллионов в 1910 году.

В широких кругах до сих пор мало известно, что переработка каменноугольного дегтя дает также искусственные дубильные вещества. Дубление, как известно, состоит в том, что кожи животных, по удалении с них волос, помещаются в слабо-кислую жидкость<sup>1)</sup>, в которой они сильно разбухают, благодаря чему открываются их поры. Подготовленные таким путем кожи укладывают слоями вперемежку с каким-нибудь дубильным веществом, напр., дубовой корой, и все заливают водой. В течение многих месяцев дубильное вещество коры проникает в поры кожи, соединяется с нею

<sup>1)</sup> Процесс, называемый „бучением кож“.

*Прим. ред.*

химически, в результате чего прежняя шкура становится кожей. Но Германия уже давно ощущала недостаток в дубильных веществах, и их приходилось ввозить. Когда, вследствие войны, прекратился ввоз, то оказалось весьма благоприятным то обстоятельство, что уже до войны был известен способ получения из продуктов перегонки каменноугольного дегтя „нерадолей“ (Neradole), которые обладают способностью превращать, подобно дубильным веществам, шкуру животных в кожу. При этом дело идет о довольно просто получаемых веществах.

В вышеизложенном мы дали обзор важнейших достижений в области переработки каменноугольного дегтя. Известно, что почти все существенное в этой отрасли промышленности было создано немецкими фабриками. Но во время войны благочестивые англичане и американцы, несмотря на то, что в постоянно читаемой ими библии сказано: „не пожелай имущества ближнего своего“, бешено устремились на ограбление частной собственности отдельных лиц, не останавливаясь при этом даже перед кражей патентов.

Однако, мне кажется, что прошлый опыт в области промышленной жизни дает основание думать, что именно наша национальная особенность в этой области и создает нам защиту и гарантию успехов. Поэтому наше производство каменноугольных красок, понимаемое в широчайшем смысле этого слова, постепенно оправится и, благодаря своим из ряда вон выходящим достижениям, добьется снова всеобщего признания.

Несомненно существуют специальные национальные способности также и в отдельных технических областях. В этом отношении наиболее известен опыт с Севрской фарфоровой мануфактурой 1870 года. Производство последней должно было быть приостановлено вследствие войны. Английские фабриканты фарфора тотчас пригласили художественно одаренных мастеров из Франции для изготовления фарфора такого же совершенства и красоты форм и красок, как и в Севре. Но уже через несколько лет обнаружилось, что французские художники в непривычной для них английской об-

становке стали терять свою продуктивность, и лишь по возвращении в Севр, в среду своих товарищей и нового поколения, они снова достигли своей прежней производительности. Таким образом, французы по настоящее время владеют самыми знаменитыми фарфоровыми фабриками, и мы будем надеяться, что то же самое будет и с нашим производством красящих веществ.

### В.—Карбид кальция.

В предыдущем мы познакомились с прекрасными достижениями в области химии. Однако, последние в значительной мере превзойдены открытиями новейшего времени, основанием для которых послужило также применение каменного угля. При этом речь идет не о дальнейшем развитии производства красящих или пахучих и т. п. веществ. Мы имеем здесь в виду нечто более грандиозное, а именно то, к чему человечество стремится уже с незапамятных времен: стать, по возможности, независимым от результатов урожая, на который так сильно влияют ветер и погода.

Это желание человечества уже частью осуществлено. Прикладной химии удалось при помощи электрохимии получить на фабриках из минералов, т. е. из мертвой материи, спирт, уксус и многое другое, для чего до сих пор пользовались рожью, картофелем, кукурузой и т. п., в качестве исходных материалов для производств, основанных на брожении. Теперь человечество не только станет независимым от урожая, поскольку это касается спирта, уксуса и пр., но все хлебные злаки, перерабатывавшиеся раньше в эти продукты, останутся теперь для целей питания. Значение всего этого мы, голодные немцы, можем особенно хорошо оценить в данный момент.

Если в обыкновенной печи, отапливаемой обычным горючим материалом, т. е. каменным углем и т. п., обжигать известняк, то последний превращается в жженую известь. Она служит с незапамятных времен для приготовления

„известкового раствора“. Для этого ее обливают водой; жженная известь химически соединяется с последней, благодаря чему выделяется много тепла<sup>1)</sup>. Подымающиеся при этой операции, называемой гашением извести, водяные пары придают ей характер чего то таинственного в глазах мало сведущего человека. Смесь гашеной известковой кашицы с песком является тем известковым раствором, который служит основанием всех каменных и кирпичных построек.

После того, как к 1890-му году были приведены к концу усовершенствования в конструкции электрических дуговых ламп для освещения, все внимание было обращено на использование для целей нагревания той чрезвычайно высокой температуры, которая господствует между концами электродов дуговой лампы. Служащее для этого приспособление называют электрической печью. Старая техника топок, пользующаяся как твердым, так и газообразным горючим материалом, может, вообще, достигать температур до 2000°, в электрической же печи достигается без труда температура в 3500°. Если подвергнуть действию такого жара смесь извести и угля, применяя последний в виде кокса, то происходит более глубокое воздействие угля на известь, и образуется новое химическое соединение. Оно получило название карбида кальция и называется в настоящее время сокращенно просто карбидом. В 1894 году Буллье (Bullier) и почти одновременно с ним Вильсон начали готовить его в большом масштабе.

В значении этого нового вещества убедились довольно странным путем. При начальных опытах плавления в электрической печи, нагревали в последней, на ряду со многими другими веществами, неудачу уголь с известью. Получившееся новое тело казалось не имевшим никакой цены, и его выбросили на фабричный двор. Вскоре после этого пошел дождь, и рабочие заметили, что этот потомок извести унаследовал чувствительность последней к воде. Но вода не вызывала простого гашения, а выделяла газ

---

<sup>1)</sup> Всякая реакция сопровождается либо выделением тепла либо поглощением его. При реакции соединения жженой извести с водой выделяется столько тепла, что вода закипает.

*Прим. ред.*

неприятного запаха, обладавший способностью прекрасно гореть. Исследования показали, что в данном случае имели дело с газом, который был уже давно известен химикам, но не находил никакого технического применения, потому что до этого времени приготовление его было сопряжено с большими расходами, а следовательно цена его была слишком высока. Этот газ был ацетилен. С этого момента получение его стало дешевым, и им стали пользоваться для освещения отелей, вилл и небольших местечек. Все мы знаем по фонарям автомобилей и велосипедов его чрезвычайную световую силу. Для этого стоит только привести карбид в соприкосновение с водою. Первоначальный известняк переходит при прибавлении воды в известковый ил, который выбрасывают, как ничего не стоящий продукт; выделяющийся же ацетиленовый газ состоит из углерода и водорода, следовательно, является опять-таки углеводородом. Таким образом, то, что делает карбид ценным для всего человечества, образуется исключительно из каменного угля и воды, прибавляемой для получения ацетилена, а не из известняка.

Дальнейшим великим открытием, находящимся в связи с карбидом кальция, было наблюдение, что последний легко может быть соединен с азотом, что дает возможность дешево химически связывать азот воздуха. При этом образуется столь важный для сельского хозяйства циан-амид кальция, который в продаже называют азотистой известью. С ним мы снова встретимся в главе, в которой речь будет о питании растений, так как он представляет собою весьма пригодное удобрительное средство. Таким обходным путем карбид кальция способствует увеличению урожая. С другой стороны, он после переведения в ацетилен и далее в спирт и т. д., уменьшает потребность в злаках. Таким образом он действует даже в двух направлениях благоприятно на условия питания людей.

В 1881 году появилась одна химическая работа, автор которой <sup>1)</sup>, не предвидя всех серьезных последствий, сооб-

---

<sup>1)</sup> Русский химик, М. Г. Кучеров.

*Прим. ред.*

шал, что при пропускании ацетиленового газа в раствор одного ртутного соединения в подкисленной воде, в последней может быть обнаружен уксусный альдегид. Это наблюдение затем перешло в большие руководства, не возбуждая особого внимания. Но и в данном случае должны были снова подтвердиться знаменитые слова нашего старого учителя Л и б и х а, химика, особенно одаренного предвидением практических результатов: „всякое истинно великое естественнонаучное познание может быть претворено в практику жизни“. Между прочим, само странное слово альдегид, с которым мы уже раньше встречались, принадлежит также Л и б и х у. При своих исследованиях над спиртом, который химики называют также алкоголем, он нашел, что у последнего можно отнять два атома водорода. Это приводит к алкоголю, лишенному этих двух атомов, т. е. к alcohol dehydrogenatus <sup>1)</sup> или сокращенно, к альдегиду.

Это объяснение названия вместе с тем уясняет нам, какое значение должна была иметь возможность получения вышеуказанным путем альдегида, как технически пригодного фабричного продукта. Стоит только возвратить альдегиду при помощи химической реакции два водородных атома, которые были у него отобраны, чтобы из него образовался алкоголь.

Техника настолько полно разрешила эту задачу получения спирта из минеральных веществ, что Швейцарское правительство в настоящее время уже имеет возможность покрывать всю потребность населения в спирте указанным путем, пользуясь силой горных водопадов, которая служит для приведения в действие электрических печей. Эту задачу взяла на себя компания электричества Лонца (Lonza). Для получения 1000 кгр. спирта необходимы в среднем 2000 кгр. карбида и 500 к. м. водородного газа. Для получения этого количества карбида требуется 8000 килоуатт-часов. Для образования необходимого количества водорода, который выделяется путем электрохимического разложения воды, необходимы еще 3000 килоуатт-часов. Так как 1 килоуатт-час

<sup>1)</sup> Алкоголь, лишенный водорода, вернее части водорода.

равен 1,36 лошадиных сил-часов, то, следовательно, для получения 1000 кгр. алкоголя в среднем необходимо 15000 лошадиных сил-часов. На основании этого нетрудно вычислить, сколько данная гидравлическая силовая установка может дать спирта в течение года. Потребность в водяной энергии уже теперь настолько возрасла — также и вследствие вздорожания угля,—что в настоящее время исследуются исландские водопады в смысле возможного их использования.

Я должен также упомянуть, что альдегид представляет собою в химическом отношении промежуточный продукт между спиртом и уксусной кислотой: присоединяя водород, он образует спирт, присоединяя кислород—уксусную кислоту. Так как вода состоит из водорода и кислорода, то она дает при электролизе, о котором мы только что говорили, водород и кислород. Таким образом, переводение альдегида в уксусную кислоту, для чего нужен только кислород, не представляет большего труда, чем переводение его в спирт. Мало знакомому с делом небезынтересно будет узнать здесь при случае, каким образом такого рода теоретические рассуждения приводятся к практическому осуществлению на заводах. Для этого мы воспользуемся немецким имперским патентом на получение по этому способу уксусной кислоты, выданным в июне 1918 года. В аппарат, снабженный мешалкой, вливают 20 кгр. 90-процентной уксусной кислоты, которая служит растворителем, прибавляют около 1 кгр. окиси ртути и 200 гр. фосфорной кислоты. Последняя благоприятствует всему процессу. При температуре около 80° пропускают ацетиленовый газ, который быстро поглощается растворителем, и прибавляют теоретическое количество воды, чтобы из ацетилена мог образоваться альдегид. После этого впускают в аппарат 150 литров кислорода. Посредством такого, перемежающегося введения в аппарат обоих газов и прибавления воды можно неделями продолжать работу, не возобновляя прибавленного ртутного соединения. Время от времени отбирают из аппарата, в котором протекает реакция, образовавшуюся из ацетилена уксусную кислоту, при чем в аппарате оставляют всегда первоначальный объем жидкости.

Уксусная кислота имеет для химии также чрезвычайно важное значение, как исходный материал для целого ряда других химических продуктов. От нее нетрудно, напр., прийти к ацетону, а это вещество мы приводим здесь по следующим основаниям. Ацетон безусловно необходим для производства бездымного пороха. Этим объясняется, напр. то обстоятельство, что во время войны одна только немецкая фабрика превращала ежедневно 50000 кгр. карбида в ацетиленовый газ и перерабатывала последний на уксусную кислоту, чтобы приготовить из нее ацетон для военных целей.

Нечто еще более грандиозное представляет следующее. Известны стремления химиков к получению искусственного каучука. Еще за много лет до войны производились великолепные опыты получения искусственного каучука на немецких фабриках, при чем в распоряжении их находились сырые материалы всего мира. Но всякий искусственный каучук оказывался, по сравнению с естественным продуктом, слишком дорогим. Во время войны не стало чужого сырья, но теперь удалось так скомбинировать ацетилен с ацетоном что полученный продукт начал служить сырым материалом для производства каучука. К концу войны производство этого искусственного каучука достигло приблизительно 180000 килограммов в месяц. Он предназначался главным образом для шин грузовых автомобилей.

Можно ли представить себе что-либо более удивительное, чем осуществленное немецкой химической промышленностью, при условиях подавляющего духа гнета последних лет войны, приготовление каучука из карбида, так как и ацетилен и ацетон, оба эти вещества получают ведь из карбида. Из этого даже мало сведущий поймет, чего мир может ожидать от дальнейшей разработки всех возможных применений ацетиленового газа в химической индустрии. Уже теперь несомненно, что спирт и уксус в будущем не будут, как до сих пор, получаться в числе прочих продуктов из ржи, картофеля и т. п. в круговом процессе однократных годовых уро-



жаев. Их будет доставлять непрерывный кругооборот воды, вызываемый солнцем, сияние которого обуславливает также и урожай полей. Оно заботится в данном случае о том, чтобы низвергающаяся вода, вращающая колеса, необходимые для создания электрической энергии, снова подымалась в виде облаков и, падая затем на землю в виде дождя, снова пополняла водопады, давая возможность пользоваться непрерывно их энергией для получения спирта и уксуса.

Из следующей главы мы узнаем, что на ряду со способом получения спирта и уксуса из мертвой материи, существует еще другой, по которому эти вещества получают из отбросов химической переработки дерева. Но количество их может соответствовать лишь количеству химически перерабатываемого дерева и поэтому всегда будет ограниченным.

---

## Химия и дерево.

С незапамятных времен дерево применялось для двух целей: для горения и для построек. Так было и у древних римлян, язык которых — латинский — далеко еще не забыт и употребляется врачами у постели больных.

У римлян, между прочим, существовало выражение *dies ater*, что значит черный, несчастный день. Но, с другой стороны, мы все знаем со школьной скамьи, что римляне называли *atrium* парадное помещение своего дома. В буквальном переводе это означает нечто вроде черной дыры. Каким же образом римляне пришли к названию комнаты, именуемой у нас гостиной или салоном, атриумом?

Причину этого столь странно звучащего для нас названия мы должны искать в следующей связи с нашей темой. Горящее дерево выделяет в избытке черный дым. Когда оно горит в открытом очаге в хижине, последняя вскоре становится изнутри черной и превращается в атриум.

Так как первоначальные жилища римлян состояли из одной комнаты, то последняя и должна была представлять собою атриум. Это название сохранилось в силу привычки даже и после того, как они ввели отопительный материал, не окрашивавший уже в черный цвет стен комнат, и привыкли жить в больших домах. Они стали сжигать в очаге не дерево, а древесный уголь. По моему предположению, открытие древесного угля было произведено где-то в Италии приблизительно за 500 лет до Р. Х.

Для превращения дерева в древесный уголь его необ-

ходимо подвергать сильному накаливанию, однако так, чтобы при этом дерево не сгорало. Этим требованиям удовлетворяет обугливание его в кострах. Оно состоит в том, что дрова складываются в не очень высокие кучи и сверху покрываются глиной. Несколько отверстий в глине дают возможность зажечь дерево. Но вследствие недостатка воздуха дерево при этом сгорает в небольшом количестве, большая же часть подвергается лишь обжигу. Как только достигается этот момент, что узнается помощью приобретенного опыта, закупоривают имевшиеся в костре отверстия, благодаря чему огонь угасает и после охлаждения разбирают всю кучу. Последняя дает древесный уголь, а на дне ее собирается немного древесного дегтя. 100 кгр. дров дают, таким образом, лишь около 28 кгр. древесного угля. Получающийся уголь горит очень хорошо, а так как из него удалены все летучие вещества, то он горит почти без дыма. Он дает больше жара, чем дерево, потому что состоит почти из чистого углерода. Поэтому еще и в настоящее время им очень много пользуются рабочие, обрабатывающие металлы, как напр., жестианники. Но значительное количество его все еще уходит на производство черного пороха, ибо приготовление этого старого пороха обходится и в настоящее время очень дешево. Кроме того, он проявляет достаточную силу для многих целей, особенно для шахтенных работ и при этом, не действуя слишком разрушительно, он, напр., не измельчает чрезмерно каменный уголь.

Так как при костровом обугливании остается очень мало древесного угля, то, как и при каменном угле, стали постепенно переходить к обугливанию дерева в ретортах. Древесный уголь остается в последних в виде остатка, все же остальное, улетучивающееся, пройдя через холодильники, собирается в виде жидкости. Образующийся одновременно древесный газ (см. стр. 7) имеет столь малую ценность, что его возвращают обратно в топку под ретортой, где он сгорает.

Вытекшая из холодильника жидкость разделяется при стоянии на два слоя: верхний, легко подвижный, бурого цвета и сильно кислого запаха, и нижний слой, состоящий из древесного дегтя.

Верхний слой называют древесным уксусом. Не представляет никакого труда превратить последний в чистый уксус. Но в то время как наш столовый уксус содержит лишь 3% уксусной кислоты, здесь сразу получают стопроцентную уксусную кислоту. Мы все знаем последнюю с до-военного времени, потому что продававшаяся тогда уксусная эссенция представляла собою чистую уксусную кислоту, разбавленную 10% воды. Теперь для нас также понятно, почему эту эссенцию мы должны были разбавлять 30 частями воды, прежде чем передать ее кухарке.

Но в сыром древесном уксусе содержится еще другое очень ценное вещество, которое получается одновременно с очисткой уксуса. Сначала его называли древесным спиртом; химики же называют его метиловым алкоголем (или метиловым спиртом). Последний в химическом отношении представляет собою простейший алкоголь, какой только может существовать. В противоположность обыкновенному спирту (так называемому винному), этот алкоголь чрезвычайно ядовит, что теперь часто и обнаруживается, а именно, когда неопытные водочные фабриканты прибавляют его к своим водкам, так как метиловый спирт стоит значительно дешевле винного, обложенного чрезвычайно высоким акцизом. Благодаря этому во время войны было зарегистрировано более 100 случаев отравления такой водкой со смертельным исходом.

Надлежащее применение находит древесный спирт в технике; здесь его потребляют в огромном количестве при производстве анилиновых красок. Из него готовят также формальдегид <sup>1)</sup>, который мы встречаем, как показывает само название, в формалине, формоле и т. п. известных антисептических средствах.

В настоящее время с сырым древесным дегтем поступают точно также, как и с каменноугольным. Но он в химической промышленности не играет столь большой роли, как последний, потому что древесный деготь дает при своей перегонке лишь немного веществ, имеющих промышленное применение. Поэтому его утилизируют в большом коли-

<sup>1)</sup> Называется также муравьиным альдегидом.

честве, преимущественно в сыром виде, для обмазки заборов и судов. При дистилляции он дает, главным образом, креозот. Полная очистка последнего дает гваяколь. В виде карбоната гваяколя, креозотала, и т. п. гваяколь служит лекарственным средством против легочной чахотки. Но в сильно переработанной форме мы встречаем его в разнообразных печениях. Это последнее обстоятельство станет ясным из нижеследующего. В стручках ванили часто можно видеть белые кристаллы ванилина, который и обуславливает, главным образом, их запах. С 1876 года ванилин начали готовить искусственно. Он является производным бензойного альдегида и представляет собою оксиметоксибензойный альдегид. Но дешевое получение его описано значительно позже в немецком патенте под номером 80195. Для этого растворяют 10 кгр. гваяколя в 100 кгр. винного спирта, прибавляют затем 50 кгр. хлороформа и к раствору, нагретому до кипения, приливают спиртовый раствор 25 кгр. едкого кали. Происходит энергичная реакция, по окончании которой раствор нейтрализуют серной кислотой. Находящийся теперь в растворе ванилин выделяется в совершенно чистом виде по одному из принятых у химиков способов.

Изложенный, по возможности, вкратце способ получения ванилина не может, понятно, являться чисто случайным открытием. Он представляет собою, напротив, результат остроумного применения чисто научных работ к гваяколю и к дальнейшей переработке последнего в целях технического получения ванилина. Сами же научные работы были выполнены совершенно другими учеными, абсолютно не занимавшимися ванилином. Подобные искусственные продукты представляют собою главное ароматическое начало соответственных приятно пахнущих естественных продуктов; но в последних содержатся большею частью небольшие количества побочных ароматических веществ, которые оказывают влияние на главный аромат. Это легко может быть показано именно на ванилине. В 1876 году 1 кгр. ванильных стручков, т. е. естественного продукта, стоил 23 франка, а искусственный ванилин—900 франков. Но в 1911 году произошла уже резкая перемена: ванильные стручки, содержащие

лишь немного ванилина стоили 90 франков, а чистый ванилин только лишь 50 франков. Дело в том, что для человека, обладающего тонким обонянием, запах одного только ванилина не может дать того полного наслаждения, какое ему может доставить аромат естественной ванили, представляющий собою смешанный запах.

Не только дрова сами по себе, но и вытекающие из деревьев смолы представляют для химиков большой интерес, как, например, терпентин (скипидар) сосен. Перегонка скипидара дает в дистилляте терпентинное (скипидарное) масло, а остатком после перегонки в реторте является канифоль. Скипидарное масло служит особенно для приготовления лаков, а также для приготовления масляных красок. Химическое исследование скипидара стоило чрезвычайно многих трудов, но, в конце концов, эти труды увенчались не только научным, но и необычайно выдающимся техническим успехом. Скипидар удалось превратить в искусственную камфору. Здесь мы снова сталкиваемся с экономическими условиями, заслуживающими чрезвычайного внимания; они напоминают нам те, с которыми мы уже встречались при индиго, хотя для большинства фабрикантов камфоры они временами складывались довольно неблагоприятно. До открытия искусственной камфоры вся камфора добывалась из камфорного дерева, растущего в Восточной Азии. После того как остров Формоза, занятый японцами во время последней войны их с Китаем, отошел к ним по Симоносекскому миру незадолго до 1900 года, они явились владельцами почти всех камфорных деревьев. Благодаря этому, им удалось ввести монополию, поднявшую цену до 10 марок за 1 кгр. Такая цена, до тех пор неизвестная, должна была послужить мощным импульсом для производства искусственной камфоры, и последнее приняло обширные размеры. Тогда японцы не замедлили понизить цену на камфору до 3,50 марок. С тех пор искусственную камфору готовят лишь несколько европейских фабрик, владеющих большими капиталами, между тем как более мелкие фабрики вынуждены были свое дорого стоящее оборудование продать на слом.

Сухая перегонка каких-либо сырых веществ является почти самой грубой химической обработкой, какой только они могут быть подвергнуты. Оказалось, что дерево может быть химически переработано еще совершенно другим путем, при котором имеется в виду, главным образом, содержащаяся в нем клетчатка (целлюлоза).

Клетчатка образуется во всяком растущем растении. Особенно много ее в стеблях, а во взрослом растении—в стволе. Для наших целей можно даже дать дереву такое определение: дерево представляет собою клетчатку, которую природа склеила посредством смолы, обладающей удивительной склеивающей силой.

Эту изумительную склеивающую силу мы находим также и в нежных волокнах, которыми природа наделяет растения, и которые перерабатываются техникой в льняные, хлопчатобумажные, джутовые и т. п. пряжи. Мы можем сколько угодно стирать полотняное или другое белье, и склеивающая волокна смола при этом не растворится. Но иначе дело обстоит, если мокрому белью дать лежать долгое время в теплом месте. В этом случае начинается легкое гниение, которое способствует растворению смол в воде, если к последней прибавить немного гашеной извести. Вследствие этого волоконца теряют свою связь. Если теперь вылить их с большим количеством воды на сито, то большая часть воды прольется через отверстия сита, волоконца же при равномерном встряхивании сита переплетаются между собою или, как говорят, волокна сбиваются в войлок. На сите поэтому остается тонкая пленка сбившейся в войлок клетчатки и, при правильной дальнейшей ее обработке, получают то, что мы называем бумагой. Но исходным материалом мы здесь брали кучи гниющего белья. Само собою разумеется, что на бумажных фабриках пользуются не бельем, а льняным, хлопчатобумажным тряпьем или же старыми веревками, как значительно более дешевым исходным материалом, который при вышеописанной или подобной же обработке также должен доставлять заключающуюся в нем клетчатку. Но культурный человек уже давно не дает столько тряпья, сколько он потребляет его в виде писчей, газет-

ной и т. п. бумаги. Так как всякий стебель растения содержит клетчатку, то она должна находиться, напр., также и в соломе. Однако, солома не отдает своей клетчатки при гниении. Тут должна была вмешаться химия. Она должна была найти средство, растворяющее смолу соломы, но не наносящее вреда самой клетчатке. Это средство она нашла в едком натре. Последний растворяет смолу соломы так, как растворяется в воде та смола, которую мы называем гумми-арабиком.

В настоящее время все чаще и чаще возвращаются к вопросу об использовании торфа<sup>1)</sup> в торфяных местностях для производства бумаги. Но специалистами уже давно установлено, что хотя в растениях, превратившихся в торф, еще содержится клетчатка, тем не менее последняя происходит от таких растений, клетчатка которых, даже в свежем состоянии, непригодна для производства бумаги, вследствие чрезвычайно малой величины ее волокон. К этому нужно еще присоединить то обстоятельство, что волокна, вследствие превращения в торф, стали хрупкими и едва поддаются отбелке. Поэтому капиталистам следует остерегаться изобретателей торфяной бумаги!

Забота о подыскании сырого материала снята с бумажных фабрикантов со времени введения в их производство дерева. Начало этого производства довольно примитивно. Стволы деревьев размалываются жерновом, смоченным водой. Получающийся при этом продукт называется механической древесной массой. Так как последняя скорее рассыпчата, чем волокниста, то при переработке на бумагу она остается между лучшим волокнистым материалом, перерабатываемым вместе с нею<sup>2)</sup>. Она увеличивает, таким образом, количество бумаги, но в то же время понижает ее устойчивость. Для простой бумаги еще можно пользоваться примесью древесной массы, но последняя в том виде, в каком ее получали, не может за-

---

<sup>1)</sup> Торф есть продукт разложения болотных растений.

*Прим. ред.*

<sup>2)</sup> Древесную массу можно перерабатывать на бумагу только в смеси с тряпичной массой, без которой бумага не имела бы требуемой устойчивости.

*Прим. ред.*



менять тряпья. Тем не менее и в настоящее время она изговляется еще в большом количестве.

Дерево стало служить материалом, заменяющим тряпье лишь с того времени, когда его начали подвергать такой же химической обработке, как и солому. И в данном случае для этой цели долгое время пользовались едким натром.

Но плотность дерева такова, что растворяющее действие едкого натра осуществляется в достаточной степени лишь при высоком давлении в 10 атмосфер.

После кипячения<sup>1)</sup> деревянные кружки обладают бурным цветом. При надавливании они распадаются в кашицу из волокон клетчатки, смола же, растворенная в едком натре, проходит через сито вместе с последним. Полученный таким образом продукт, называемый натронной целлюлозой, легко подвергается белению и уже не представляет собою суррогата, но является равноценным заместителем для клетчатки из тряпья.

Было бы удивительно, если бы из всех химических веществ только один едкий натр растворял смолу дерева, не повреждая самой целлюлозы. Поэтому позже стали искать вещества, которые способны были бы заменить едкий натр. Лучшим из всех оказалась кислая сернистокислая известь. И тут начались бесконечные, чрезвычайно интересные по своему характеру оспаривания патента, как это всегда бывает, когда дело идет о патентах, приносящих их владельцам доход. Эти оспаривания, составляющие печальный придаток к законам о патентах всех стран, служили предметом моих неоднократных бесед с одним юристом, игравшим видную роль в разработке нашего современного закона о патентах. В результате нашего обмена мыслями мы пришли к следующему. В вопросе о защите патентов, выданных, быть может, неправильно, государственная власть должна быть сугубо осторожна, ибо в настоящее время всякий имеет право работать над тем, что ему нравится, если только эта работа не нарушает государственных интересов и не противоречит

---

<sup>1)</sup> При натронном способе получения целлюлозы стволы деревьев разрезанные на кружки, подвергаются кипячению при высоком давлении.

*Прим. ред.*

морали. Но несмотря на это, немецкий патент в настоящее время не может быть, как прежде, оспариваем в течение всех пятнадцати лет, в которые он сохраняет свою законную силу, а может подвергаться оспариванию только в течение первых пяти лет. Поэтому уже давно я советовал изобретателям оттягивать использование их патентов в продолжение пяти лет, из которых два-три года уходят на выдачу патента, чтобы затем спокойно пользоваться плодами своих трудов в течение десяти лет. Но, конечно, многим изобретателям не легко будет замариновать свои надежды на пять лет.

Когда сера сгорает, она исчезает вполне, аналогично исчезновению горящего угля. Последний при сгорании образует углекислый газ, сера при тех же условиях дает также газ—сернистый. Если последний проводить в башню, в которой лежат куски известняка, орошаемые сверху водой, то образуется сернистоокислая известь, которая в нижней части башни, где скопится очень много сернистой кислоты, переходит вместе со стекающей водой в кислую сернистоокислую известь, растворимую в воде.

В Кенигсберге имеются две фабрики, работающие по сульфитному способу<sup>1)</sup>. Можно составить себе понятие об их производительности, если принять во внимание, что перед началом войны они е ж е д н е в н о пожирали 10—12 моргов или около 3 десятин соснового леса. В то время кубический метр дерева для бумаги стоил около 8 марок, а затем цена постепенно поднялась до 18 марок. Но в апреле 1920 года за кубический метр платили 330 марок. По моему мнению, бумага, приготовленная при такой цене дерева, будет настолько дорога, что потребитель, в конце-концов, вынужден будет забастовать. Почему же лесовладельцы требуют столь высокие цены за свое дерево? К этому ведь нужно еще прибавить, что при постоянно подымающемся курсе валюты такая целлюлоза окажется слишком дорогой даже для заграничных бумажных фабрикантов. (Ответ на этот вопрос читатель

---

<sup>1)</sup> В технике переработки дерева на целлюлозу посредством кислой сернистоокислой извести последнюю называют сульфитным щелоком. Поэтому как самый способ, так и получающаяся целлюлоза называются сульфитными.

найдет в моей книге того же издания: „Währungs-, Weltwirtschafts- und Valutafragen in einer Stunde“).

Колоссальнейшее влияние на потребление целлюлозы оказала одна идея, которой увлеклись химики около 1840 года и которая, в сущности, ничего общего не имела с производством целлюлозы. Это было спустя короткое время после открытия озона. Ошибочно предполагали, что должен существовать также и антозон<sup>1)</sup>, при чем последний будто образуется в страшной смеси из крепчайшей серной и крепчайшей азотной кислоты. В такую-то не очень приятную ванну погружали в целях исследования, между прочим, хлопчатую бумагу, которая по природе своей представляет собою почти чистую целлюлозу и поэтому очень бедна содержанием смолы. Хлопчатая бумага вышла из этого испытания без каких бы то ни было видимых повреждений, потому что, после того как кислоты были отмыты, она казалась совершенно неизменившейся. Но это была одна лишь видимость. После высушивания она представляла собою превосходное взрывчатое вещество, которое с тех пор называется хлопчатобумажным порохом.

Таким образом, действие азотной кислоты здесь оказалось таким же, с каким мы познакомились при различных сортах бездымного пороха, как пикриновая кислота, тринитротолуол и т. д. Когда во время войны у нас стал ощущаться недостаток в хлопке, стали пользоваться вместо последнего целлюлозой, полученной из дерева, и этим были созданы совершенно новые пути для применения последней. Дело в том, что хлопчатобумажный порох, а теперь, следовательно, и нитрированная<sup>2)</sup> древесная целлюлоза, в свою очередь, уже давно является основанием важных производств мирного времени. Так, напр., путем сплавления нитрирован-

<sup>1)</sup> Предполагалось, что на ряду с озоном при известных условиях образуется другое аналогичное ему видоизменение кислорода, наделенное противоположными свойствами. Его называли антозоном. Это предположение не подтвердилось, ибо образовывавшееся вещество оказалось двуокисью азота.

*Прим. ред.*

<sup>2)</sup> Хлопчатобумажный порох представляет собою в химическом отношении нитрированную клетчатку или целлюлозу, и его поэтому называют также нитро-клетчаткой или нитро-целлюлозой.

*Прим. ред.*

ной целлюлозы с камфорой получают целлюлоид. Таким образом, последний производится из чисто немецких материалов, в то время как раньше для этого были необходимы американский хлопок и камфора из Восточной Азии. Употребление целлюлоида слишком всем известно, чтобы нужно было о нем говорить. Но зато мало кто знаком с применением отбросов производства целлюлоида. Они служат основанием фабрикации искусственной кожи. Для этого их растворяют в спирте. К раствору прибавляют немного масла и полученной смесью пропитывают хлопчатобумажную ткань. Если затем пропустить эту последнюю между нагретыми вальцами, которые оттискивают на ней рубцы и все прочее, характерное для внешнего вида настоящей кожи, то даже знаток не будет уже в состоянии отличить по одному внешнему виду искусственный продукт от настоящей кожи.

Совершенно так же, как хлопчатобумажный порошок, растворяется в смеси из спирта и эфира и нитрированная древесная целлюлоза. Раствор обладает прекрасными склеивающими свойствами и получил название коллодия от французского слова colle, что значит клей. Поэтому им пользуются для смазывания небольших ранок, с целью закрыть их, при чем, после испарения растворителя, остается очень блестящая пленка. Какая масса людей видела это! Но лишь один Шардоннэ напал на мысль о возможности технического применения этого свойства коллодия. Он пропускал последний через тончайшие трубочки, благодаря чему получались чрезвычайно ярко-блестящие нити. Эти нити представляли собою первый искусственный шелк. И здесь вскоре дело принимает уже известный нам оборот. Начнут искать другие методы переведения целлюлозы в блестящие нити и находят их. Так как они выгоднее, чем первый способ, то в настоящее время шелк по Шардоннэ почти не производится. Теперь лучшим искусственным шелком считается шелк, получаемый по так называемому вискозному способу. Искусственный шелк благодаря своему блеску, далеко превосходящему блеск естественного шелка, позволяет достигать таких эффектов в выработке тканей, какие раньше, вообще, не были возможны. Поэтому

он применяется главным образом для декоративных целей, тем более, что он обнаруживает один весьма серьезный недостаток, делающий его неприменимым для обыкновенных надобностей, а именно, от действия влаги он теряет свою прочность. При выделке более толстых нитей искусственного шелка получают хорошую имитацию человеческого волоса и не менее удачно подделывают конский волос.

Последние годы войны принесли с собою совершенно новые условия в области применения целлюлозы, благодаря увеличивающемуся изготовлению пряжи из бумаги. Причиной этого служило длительное оскудение в запасах волокнистых материалов, которые мы обыкновенно получали из заграницы, как, напр., хлопок, шерсть, пенька и т. п. Но когда исходным веществом для текстильных изделий служит коротковолокнистая древесная целлюлоза, то при переработке ее на пряжу нельзя пользоваться теми способами, какие обычно применялись при находившихся в нашем распоряжении материалах типа длиноволокнистого хлопка. Волоконца целлюлозы слишком коротки для этого: длина их не превышает 3—5 миллиметров. Поэтому, чтобы достигнуть намеченной цели, нужно было найти новый путь, и этот путь привел к получению бумажных лент, которые были переработаны по надлежащему способу в бумажную пряжу, точнее говоря, в пряжу из вещества бумаги. Для этой цели бумажные ленты превращаются на вращающихся машинах в нити, а на некоторых фабриках, чтобы увеличить прочность нитей, последние соединяют с хлопчатобумажными или льняными нитями, при чем так, что текстильные волокна находятся на внешней стороне готовых нитей. В блестящий период производства пряжи из бумаги в Германии изготовлялось около 100000 кгр. целлюлозной пряжи. Особое удивление возбудили к концу войны волокна древесной целлюлозы, похожие на волокна хлопка (Stapelfaser). У последних целлюлоза была превращена путем растворения и т. д. в своего рода, искусственный шелк, который разрезали на куски в 5 см. длины и затем высушивали. Таким путем получают завитые, спутавшиеся между собою волоски, которые очень хорошо прядутся и могут быть окрашены в любой цвет. Полученная из

них пряжа была признана изготовлявшими ее фабрикантами вполне совершенною и поэтому на нее возлагали особенно большие надежды. Тем не менее и она не выдерживает стирки. Далее в течение некоторого времени утверждали, что смесь волокон из бумаги (Stapelfaser) с хлопком дает пряжу, ткань из которой моется, как хлопчатобумажная ткань. Но мы все уже знаем теперь по опыту, что пряжа из бумаги точно так же, как и из искусственного шелка, о котором только что была речь, теряет свою прочность под влиянием влаги. Во время войны ткани из бумаги находили разнообразное применение. Так, кроме бесчисленного количества мешков для песка, служивших для защиты окопов, из них изготовляли мешки для сыпки зерна и сахара, шпагат, ткани для палаток, шнурки для ботинок, ткани для тесемок, поясов и шнуров, для носовых платков, покрывал для постелей, нижнего белья; изготовляли также окрашенные ткани для подкладок, для рабочей и детской одежды. Кроме того, они находили применение для выделки приводов, ковриков для ванн, дорожек, циновок, а также для обивки мебели и стен. Они оказались настолько пригодными для последних двух целей, что могут рассчитывать на длительное применение; для всех же остальных надобностей, само собою разумеется, нам остается только пожелать скорейшего возвращения к текстильным товарам до-военного времени.

В заключение рассмотрим теперь получение спирта из дерева, при котором применяются два метода. По одному из них утилизируются не имеющие никакой цены сточные воды при производстве сульфитной целлюлозы. К этому пришли следующим образом. Мы знаем, что виноград, сахарный тростник, сахарная свекла богаты содержанием сахара. Но и почти все остальные растения, а также и деревья содержат сахар. Особенно много его, например, в сахарном клене, возделываемом в Канаде. Для получения сахара сок его подвергается простому выпариванию. Кленовый сахар, получаемый ежегодно в количестве около 9.000.000 кгр., отличается очень приятным привкусом и поэтому является лакомством на подобие конфет. Сахар содержится также и в нашей сосне, хотя и в значительно меньшем количестве. Он пере-

носит варку дерева в растворе кислой сернистокислой извести, не подвергаясь при этом разложению, и поэтому он находится в сточных водах фабрик сульфитной целлюлозы. Так как сахар дает при дрожжевом брожении спирт, то должна быть возможность сбраживания также и этого сахара и выделения из жидкости образовавшегося спирта путем перегонки. Величайшее затруднение представляло в данном случае подыскание надлежащего вида дрожжей, так как последние, в качестве живых существ, предъявляют определенные требования к окружающей их среде. Так, они без труда сбраживают виноградный сок, и не менее хорошо чувствуют себя в хмелевом отваре солода, образуя в последнем случае пиво. Если даже нейтрализовать всю кислоту в сточной воде целлюлозной фабрики, то все же получающаяся жидкость приходится настолько не по вкусу дрожжам, что они не хотят в ней работать. Но их приучают к новой среде, заставляя их сначала работать в солодовой вытяжке, к которой прибавляют четвертую часть целлюлозной воды. Появляющийся в такой среде новый вид дрожжей переносят в смесь, состоящую уже наполовину из сточной воды и т. д. до тех пор, пока, наконец, не приходят к такому виду дрожжей, который обладает способностью сбраживать сахар в неразбавленной сточной воде. Этот способ был разработан в Швеции, и литр получающегося спирта стоит там 3,25 кроны, дешевле картофельного спирта на 20 эре.<sup>1)</sup> В Германии он был введен лишь во время войны. До того времени наши аграрии сумели добиться запрещения этого способа производства спирта, дабы не уменьшались доходы их картофельно-винокуренных заводов под влиянием конкуренции.

Совершенно иной способ применяется в Америке. Там спирт получается непосредственно из дерева, а именно из древесных опилок, а не из какой-либо сточной воды. Больше того, древесные опилки послужили побудительной причиной для выработки этого способа. В С. Америке имеются очень большие лесопильные заводы, которые не знают, как спа-

---

<sup>1)</sup> Шведская корона равнялась до войны приблизительно 52 коп. Эре—  
<sup>1</sup>/<sub>100</sub> кроны.

*Прим. ред.*

стись от опилок, хотя они пытаются освободиться от них, сжигая их, выбрасывая в ближайшую реку или вывозя их на поля. Способ получения спирта из опилок основан на следующем: целлюлоза и сахар, рассматриваемые с чисто химической точки зрения, очень близки друг к другу и, таким образом, удается различными путями с большим или меньшим успехом превращать целлюлозу в сахар. Это—задача, над окончательным решением которой придется еще долго работать. В 1898 году впервые, в целях получения спирта, опилки подвергали продолжительное время кипячению с полупроцентной серной кислотой под давлением в 9 атмосфер. Получавшийся при этом сахар превращался путем брожения в спирт точно так же, как это мы видели при аналогичном получении спирта из сточной воды сульфитной целлюлозы. Затем жидкость подвергали дистилляции с целью отделения спирта. Выход спирта будто бы составлял 6% по весу взятого для переработки дерева. Этот способ тогда никого не удовлетворил, быть может, по той причине, что указанный изобретателем выход не мог быть достигнут. После этого опилки стали нагревать с сернистой кислотой. Этим путем удавалось даже получать из дерева довольно чистый сахар, который, однако, с трудом поддавался кристаллизации, т. е. отвердеванию. 20 лет тому назад я должен был, в качестве эксперта, высказать свое мнение о техническом значении полученного в то время нового сахара. И тогда так же пришлось скоро отказаться от сахара и ограничиться и в данном случае немедленным превращением его в спирт, который может быть легко получен в чистом виде посредством дистилляции. Это предприятие в Америке привело к потере многих миллионов марок, потому что при этом способе пропадали аппараты. В настоящее время в Америке снова начали применять серную кислоту, но с лучшим успехом, при чем самое производство приняло большие размеры. Так, в одной фабрике имеются котлы, диаметром в 4 метра, выложенные кислотоупорным материалом. Их наполняют древесными опилками и серной кислотой в количестве  $\frac{1}{2}$ % взятых опилок. Затем, при медленном вращении котлов, поднимают в них температуру посредством пара до



140°. Главное при этом — быстрота работы, потому что, в противном случае, образующийся сахар подвергается разложению. Поэтому между наполнением и опоражниванием котлов протекает едва один час. Таким путем в Фуллертоне готовят ежемесячно около 400.000 литров спирта, стоимость производства которого составляет по сообщениям завода лишь  $\frac{2}{3}$  стоимости производства спирта из хлебных злаков. В Германии также во время войны были употреблены серьезные усилия для использования древесных опилок или стружек для получения спирта. Так, сообщают, что в Маннгейме в одном опытном учреждении было превращено в сахар 18% дерева. Но этот блестящий результат совершенно бледнеет перед методом, выработанным одним из величайших современных химиков Германии. По этому методу, при котором применяется концентрированная соляная кислота, из дерева должен получаться сахар с выходом в 60% и соответственное этому количество спирта. Одна химическая фабрика в Эссене, приступила, как это известно наиболее посвященным кругам, к необходимым опытам, поставленным в большом масштабе, и надеялась к концу текущего года приступить к самому производству. Между тем лесопильни, за недостатком угля, начали употреблять для топлива свои отбросы дерева, благодаря чему запасы последних стали очень скудными, и до сих пор нет дальнейших известий о самом способе.

---

## Химия и мать-земля.

Из предыдущего мы узнали, что уже приблизительно за 2500 лет до нашей эры был открыт в Италии способ получения древесного угля. Так как Италия не имеет никакого каменного угля, то итальянцы еще и в настоящее время нуждаются в очень большом количестве древесного угля, особенно для своих весьма примитивных кухонь. Леса, дающие для этого дерево, были уже много раз за этот продолжительный период времени вырублены, и мы все знаем, что такой процесс может тянуться еще тысячелетия, так как лес каждый раз снова вырастет. В связи с этим мы могли бы себе сказать, даже без всякой химии, что почва, на которой растет лес, не может служить источником того углерода, который скоплен в древесном угле, так как, в противном случае, в ней должны были бы быть запасы углерода, которых могло бы хватать на тысячелетия. При таком количестве углерода почва при зажигании должна была бы воспламеняться подобно углю. Об этом, конечно, не может быть речи. Лес приходит в соприкосновение не только с почвой, но также еще с воздухом и, так как третьего источника нет, то он очевидно черпает свой углерод из воздуха, как бы это ни казалось странным для мало сведущего человека. И действительно, в каждом 10.000 частях воздуха содержится 3 части углекислого газа, которых вполне достаточно для этой цели. Углекислый газ поглощается содержащимся в зеленых частях растения хлорофиллом<sup>1)</sup>, и так как воздух постоянно нахо-

<sup>1)</sup> Зеленый цвет листьев обуславливается присутствием в них хлорофилльных зернышек, обладающих свойством разлагать поглощаемый из воз-

дится в легком движении, то достаточные количества его приходят в соприкосновение с листьями растений. При сжигании древесного угля последний не сгорает до конца, оставляя немного золы. В золе усматривали нечто ненужное и печальное, и в древности люди скорбели во „вреднице и пепле“. Миллиарды людей, занимавшихся земледелием знали, что солома и случайно сгоравший хлеб также оставляют золу, но никто не обращал на это внимания. Не иначе обстояло дело и с учеными. Они предполагали, что растения вынуждены извлекать золу, как ненужную, второстепенную составную часть из почвы, на которой они растут. Это воззрение находило свое подтверждение и в опытах. Так, напр., при прибавлении к земле комнатного растения немного раствора медного купороса, находили впоследствии в золе такого растения немного меди.

В действительности, сущность дела здесь была совсем иной, и только правильное понимание ее сделало людей господами земледелия, создало из чисто эмпирической обработки земли современное искусство ее возделывания.

Чтобы избавиться от навоза, накапливающегося в каждом сельском хозяйстве, его вывозили в течение тысячелетий на поля и при этом должны были невольно замечать, что урожай улучшался. Но никто не давал себе ясного отчета, почему это происходило. Несмотря на это, урожай всех полей, в общем, в течение столетий все ухудшался и становился скуднее. Так, Сицилия, бывшая когда-то житницей Рима, дала в 1850 году лишь 1100 литров пшеницы с каждого гектара<sup>1)</sup>, между тем как Южная Германия, поставленная в климатическом отношении в более неблагоприятные условия, но возделывавшаяся в течение менее продолжительного периода времени, дала 2300 литров. Таким образом, европейское население должно было бы постепенно пойти на убыль из-за недостатка пищевых средств,

---

духа углекислый газ, под влиянием солнечного света, на углерод, идущий на построение древесины, и кислород, выделяемый растениями наружу.

*Прим. ред.*

<sup>1)</sup> Гектар равен 2196 кв. саж. и 39 кв. фут.

*Прим. ред.*

если бы не гений одного химика, сразу постигнувшего сущность явления. Земледелие, носившее до него чисто хищнический характер, истощавший поля, благодаря ему стало вестись на рациональных началах, которых придерживаются в настоящее время все культурные народы. Этот человек был немцем Юстусом Либихом. Только благодаря его идеям сельское хозяйство Англии и Франции, а также и других наших противников во время войны находилось в цветущем состоянии. Без идей Либиха сельское хозяйство Европы было бы вероятно уже теперь задавлено благодаря конкуренции девственных полей таких стран, как Америка и Австралия.

Либих доказал сперва путем лабораторных опытов, а затем на возделанном под его руководством пахатном поле, что зола отнюдь, не является случайной составной частью растений, но, наоборот, растения только тогда в состоянии произрастать, когда составные части золы, найденные путем химического анализа, содержатся в почве в достаточном количестве и в легко усвояемой форме. Так, напр., им установлен следующий состав золы растений:

	ост ав золы ржа- ного растения:	Состав золы ржа- ного зерна:
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 „

Таким образом, согласно воззрениям Либиха, необходимым условием для удачного произрастания ржи является присутствие в почве всех этих составных частей. При недостатке в почве фосфорной кислоты урожай уменьшается, и то же самое происходит при скудном содержании в ней калиевых солей. Теперь мы можем понять, в чем состояло хищничество при старых способах обработки земли. Один гектар пшеницы или клевера извлекает, напр., для одного урожая из почвы во время своего роста:

	Пшеница	Клевер
Фосфорной кислоты . . . . .	35.2 кгр.	36.2 кгр.
Окси калия . . . . .	61.5 "	144.0
Извести и магнезии . . . . .	34.9 "	206.4

Так как значительная часть урожая продавалась на сторону, в города, и так как не особенно бережно обходились с удобрением, то содержание в почве только что перечисленных веществ ежегодно уменьшалось на весьма большое количество, несмотря на то, что они снова возвращались при посредстве естественного удобрения. Такое систематическое истощение земли привело, напр., в Малой Азии к тому, что в настоящее время эта страна почти лишена населения. Напротив, в Египте, единственной стране, в которой природа заботится об ежегодном пополнении убывающих из почвы фосфорной кислоты, калиевых солей и т. п. веществ, так как они доставляются илом разливающегося Нила, никогда не замечалось уменьшения населения.

Вещества, которые нам знакомы уже в виде золы, извлекаются растениями при помощи корней. Но корни могут всасывать их вместе с почвенной влагой лишь в том случае, если они растворены в последней. Из этого становится ясным, какую важную роль играет влажность почвы для растений. Однако, естественные запасы фосфорной кислоты, солей калия и т. п. содержатся в почве в нерастворимом состоянии. Они лежат в ней в виде обломков горных пород, которые на протяжении тысячелетий все более и более превращаются под влиянием выветривания в растворимое состояние. Этому распаду путем выветривания способствует растворенный в почвенной влаге углекислый газ, происходящий частью из воздуха, частью же из сгнивших растительных остатков предшествовавших жатв.

Если в почве имеется обильное количество сгнивших остатков растительного происхождения, то такую почву называют перегноем (гумус). Растения гораздо лучше растут на перегное, чем на песчаной почве, потому что в первом содержатся фосфорная кислота, соли калия и т. п. До Ливиха придерживались учения, по которому растения хорошо родятся лишь там, где в почве имеются сгнившие расте-

ния. Показав, что питательными средствами для растений являются минеральные вещества, т. е. вещества мертвой матери, Ливих этим самым доказал, что количество растений не ограничено раз на всегда отпущенной природой жизненной энергией, но что оно может быть увеличено благодаря творческой мысли человека.

В лаборатории Ливиха подвергались анализу, само собою разумеется, не только золы растений, но и самые растения. И вот, кроме составных частей золы, в них были найдены: углерод, происходящий из углекислого газа воздуха, водород, происходящий из дождевой воды, кислород—того же происхождения (ведь вода состоит из водорода и кислорода) и, наконец, азот, источником которого является опять-таки воздух.

Теперь мы научились; теперь мы точно знаем, из чего состоят растения, и знаем также, что нужно давать почве, дабы растения на ней хорошо произрастали. Теперь мы можем также сказать, из чего должны состоять „искусственные унавоживающие средства“, чтобы они способствовали росту растений. Правда, выражение „искусственные унавоживающие средства“ звучит для малоосведомленного человека не очень изящно, но оно лучше всего выражает то, о чем идет речь. Так как растения всасывают все необходимое для своего питания из почвы посредством корней, то искусственные удобрительные средства должны быть, по возможности, растворимы в воде, чтобы растение могло использовать их в том же году, в котором они вывезены на поля, и чтобы таким образом мог быть улучшен урожай. Напротив, если бы сельской хозяин, применяя искусственные удобрительные средства, должен был ждать, пока последние станут растворимыми путем выветривания, подобно обломкам горных пород, и лишь впоследствии оправдают себя лучшим урожаем, то такое улучшение почвы было бы пригодным разве только для владельцев родовых имений. Кто мог бы знать, будет ли еще его внук владеть тем участком земли, доходы с которого начнут постепенно повышаться, благодаря введенным дедом в почву удобрительным веществам?

Если мы еще раз рассмотрим анализ растительных зол, то найдем в последних большее количество кремневой кислоты. Кремневая же кислота это то же, что и песок, или, правильнее говоря, песок состоит из кремневой кислоты. Поэтому в почве никогда не будет в ней недостатка, и, благодаря ее изобилию, выветривание будет ежегодно переводить достаточное количество ее в растворимое состояние, что способствует ее всасыванию корнями растений. Внимательное рассмотрение других составных частей золы, установленных анализом, показывает, что почве необходимо доставлять следующие удобрительные средства: фосфорную кислоту, соли калия, азот и известь. Но далее мы увидим, что этим уже перестают довольствоваться в настоящее время

Чтобы каждому стало сразу ясно, чего уже достигли благодаря искусственным удобрительным средствами в странах с высокой культурой земли, насколько большему числу людей, по сравнению со странами с низкой культурой, почва доставляет в настоящее время такое важное пищевое средство, как пшеница, мы приведем данные относительно урожая 1910 года, достигнутого, в среднем, на одно гектаре:

Великобритания . . . . .	2100	кгр.	пшеницы
Германия . . . . .	1980	"	"
Франция . . . . .	1380	"	"
Австрия . . . . .	1320	"	"
Канада . . . . .	1240	"	"
Венгрия . . . . .	1200	"	"
Румыния . . . . .	1100	"	"
Италия . . . . .	1030	"	"
Соединенные Штаты . . . . .	920	"	"
Испания . . . . .	810	"	"
Аргентина . . . . .	770	"	"
Азиатская Россия . . . . .	770	"	"
Британская Индия . . . . .	750	"	"
Австралия . . . . .	670	"	"
Европейская Россия . . . . .	670	"	"

Все мы знаем, что Россия до войны вывозила много зерна и, приняв во внимание неудовлетворительную производительность пахотной земли в этой стране, мы теперь поймем, что этот вывоз совершался за счет недостаточного питания населения. Правительство попросту отнимало у

народа его хлеб для уплаты процентов и погашения иностранных займов, потому что мало развитая обрабатывающая промышленность не в состоянии была доставлять для вывоза необходимое количество фабрикатов.

Большим несчастьем для нас, немцев, должен быть признан ощущаемый в настоящее время чрезвычайный недостаток большей части искусственных удобрительных средств. Вследствие этого производительность нашей земли должна будет все более и более понижаться до тех пор, пока наши противники не сообразоволят снова разрешить нам ввоз необходимых количеств сырых материалов для производства искусственных удобрительных средств, благодаря которым снова поднимется на прежнюю высоту наше жалкое теперь питание.

Перейдем теперь к вопросу об удобрении фосфорной кислотой. Чтобы понять дальнейшее, нам прежде всего необходимо указать на нецелесообразность выражения „удобрение фосфорной кислотой“. Растворы фосфорной кислоты обладают настолько сильными кислотными свойствами, что они, попав в почву, могли бы убить всякое растение. Поэтому, в действительности, удобрения производят не самой кислотой, а ее солью, фосфорнокислую известь, которая растворяется в почвенной влаге в достаточной мере, чтобы быть легко всасываемой корнями растений. Первым применявшимся для этой цели материалом были размолотые кости, главная составная часть которых, как известно, представляет собою фосфорнокислую известь. Но всем также известно, что фосфорнокислая известь костей нерастворима в воде. Действие ее в качестве удобрительного средства могло бы быть только чрезвычайно малым. И вот Либих в 1840 году предложил повысить удобрительное действие костяной муки прибавлением серной кислоты, при чем последнюю нужно было добавлять в таком количестве, чтобы получалась растворимая фосфорнокислая известь в смеси с образующейся при этом сернокислой известью (гипсом). Первым, занявшимся приготовлением этого искусственного удобрения уже в 1841 г., был английский землевладелец Флеминг. Он назвал его суперфосфатом, потому что он превосходит удобрение обыкновенным фосфатом. Скоро этот



предприниматель стал страдать от недостатка в костяной муке, и он сделал шаг, который давал ему возможность развить производство суперфосфата до любых пределов. В природе очень распространены залежи фосфорнокислой извести<sup>1)</sup>, которая, подобно извести костей, в воде не растворима, но при обработке серной кислотой также переходит в суперфосфат. В 1850 году производство суперфосфата было введено также в Германии землевладельцем Кюном. Хотя, как это установлено геологами, залежи пород, содержащих фосфорнокислую известь, неисчерпаемы на земном шаре и, следовательно, суперфосфат может быть изготовляем в настоящее время в любом количестве, тем не менее они находятся не всюду. К сожалению, те 10.000 квадратных миль земли, которые составляют Германию, получили так мало фосфоритов, что мы, немцы, безусловно вынуждены рассчитывать на их ввоз. Долгое время главным поставщиком был штат Тенесси в С. Америке; в настоящее время для Европы он заменен Гафзой в Тунисе, где в руках французов сосредоточились неисчерпаемые запасы фосфоритов. Германия обладала колоссальными залежами легко добываемых фосфоритов на острове Науру, из группы Каролинских островов, которые теперь принадлежат японцам. В целях снабжения Германии фосфоритами Северо-Германский Ллойд поддерживал правильные сообщения с этим островом, отстоящим от нас на расстоянии половины окружности земного шара.

Приблизительно с 1883 года для нас возник внутренний источник фосфорнокислой извести в производстве стали. Почти все европейские железные руды содержат немного фосфора, а так как последний чрезвычайно ухудшает качество железа, особенно же стали, то почти 100 лет изыскивались способы, которые давали бы возможность воспрепятствовать переходу фосфора из руды в готовое железо, для чего пытались даже выщелачивать<sup>2)</sup> фосфорное соединение

---

<sup>1)</sup> Эти фосфорнокислую известь содержащие породы называются фосфоритами. Последние очень распространены также и у нас, напр., в Подольской и др. губерниях.

<sup>2)</sup> Выщелачиванием называют извлечение какого-либо вещества при помощи воды или другого растворителя.

*Прим. ред.*

*Прим. ред.*

из самой руды. Однако, никакие усилия не приводили к цели. Вопрос этот был разрешен Томасом и Джилкристом (Gilchrist). Уже в 1879 они стали обкладывать изнутри Бессемеровскую грушу <sup>1)</sup>, служащую для переведения жидкого чугуна в сталь, кирпичами, содержащими много извести и, кроме того, еще всыпали известь в раскаленную грушу. До них Бессемеровская груша обкладывалась материалом, содержащим много кремневой кислоты. Человек, незнакомый с делом, спросит с удивлением: „И это следует считать большим открытием?“ Да, таковым оно и было и, главным образом, вследствие из ряда вон выходящих технических трудностей, для преодоления которых необходимы были работа многих лет и большие денежные средства, какими могло располагать только крупное акционерное общество. Все же прежние опыты неизменно приводили к весьма дорого стоившим неудачам. Так как фосфор, содержащийся в железной руде, переходит при этом в фосфорнокислую известь, и последняя может получаться в количестве, измеряемом миллионами центнеров, то этим самым был создан европейский источник материала, содержащего фосфат. Но больше того, этот фосфат, превращенный в самую тонкую муку, может служить удобрительным материалом без предварительной обработки серной кислотой. Поэтому он является очень дешевым материалом. В то время как фосфорит содержит трикальциевый фосфат, „Томасова мука“ состоит из четырехкальциевого фосфата. С тех пор, как это сделалось известным, стали стремиться при всяком фосфатном удобрении устранять серную кислоту в целях экономии. Но до 1913 года мир не проявлял такой склонности к бережливости, как в настоящее время, и позволял себе роскошь применения суперфосфата. В то время годовое производство последнего составляло 7.500.000 тонн, для приготовления которых потреблялось 3.000.000 тонн серной кислоты. На ряду с этим производилась Томасова мука в количестве 4.100.000 тонн. Мы видим, к какому обширному производству лишь в этой одной области привели идеи

<sup>1)</sup> Так называют аппарат для получения стали, изобретенный Бессемером, придавшим ему грушевидную форму. *Прим. ред.*

Ливиха. В настоящее время дело идет о сбережении этих миллионов тонн серной кислоты. Этого достигают, как сообщают, превращением фосфорита в четырехкальциевый фосфат путем одного процесса сплавления, напоминающего процесс, имеющий место в Бессемеровской груше. В настоящее время идет борьба между старым и новым способами,<sup>1)</sup> и надеются, что последний, т. е. способ сплавления вытеснит старый. Но на основании моего жизненного опыта я пришел к убеждению, что этого не будет. Напротив, с течением времени выяснится, что существует много растений, для которых суперфосфат не может быть ничем заменен, а также имеются и другие растения, для которых весьма пригодным оказывается четырехкальциевый фосфат<sup>2)</sup>. Таким образом, оба способа будут существовать друг подле друга, хотя производство суперфосфата и будет несколько уменьшено или будет приостановлено в своем дальнейшем развитии новым методом. Новый способ был открыт в Италии. В настоящее время строится для этой цели очень большой завод в Дебайе на Ниле, где много фосфоритов. Четырехкальциевый фосфат по этому способу получается путем нагревания до 600—800° измельченного египетского фосфорита с 6% смеси из углекислых солей кальция, натрия и магния и небольшого количества сернокислого натрия. Сообщают, что новый продукт оказался полезным в той же мере, как и суперфосфат для риса, картофеля, овса, бобовых и клевера. К этому нужно прибавить, что устройство завода обходится очень дешево: завод для получения 10.000 тонн суперфосфата должен стоить около 800.000 марок; для полу-

---

<sup>1)</sup> Т. е. между способом превращения фосфорита в суперфосфат посредством серной кислоты и способом превращения его в четырехкальциевый фосфат или Томасову муку путем сплавления.

*Прим. ред.*

<sup>2)</sup> Действительно, наблюдения показали, что прекрасные урожаи хлебов, получаемые с суперфосфатами, не могут быть достигнуты посредством Томасовой муки. Последняя быстро действует на кислых болотистых и луговых почвах. Томасовой мукой целесообразно пользоваться также в тех случаях, когда она должна служить удобрением про запас на почвах, бедных фосфорной кислотой, для плодовых деревьев, виноградников и т. д.

*Прим. ред.*

чения такого же количества четырехкальциевого фосфата устройство завода обходится будто лишь в 60.000 марок. Мы думаем, что изобретатели в этом заявлении несколько увлеклись. В таких случаях, любезный читатель, стороннему наблюдателю лучше всего сказать: „подождем!“

Вторым важным искусственным удобрительным средством являются калиевые соли. Они имеют довольно интересную историю. Приблизительно до 1860 г. человечеству были известны большие количества калиевой соли только в виде поташа который представляет собою углекислый калий. Его готовили, начиная с древних времен, путем вываривания древесной золы в горшках, и он находил себе применение в разнообразных ремеслах. Количество его, само собою разумеется, никогда не могло покрыть потребность сельского хозяйства в солях калия. Но без необходимого для хлебопашества количества последних учение Либиха оставалось бы только чрезвычайно интересной лабораторной работой. Без них невозможно было бы производить искусственное удобрение, ибо как бы, напр., ни была богата почва фосфорной кислотой, большие урожаи были бы немислимы без обильного количества солей калия. Человечество было выручено из затруднительного положения благодаря одному счастливому случаю. В окрестностях Стассфурта в средней Германии имелись соляные источники, которые служили с незапамятных времен для добывания соли. Прусским правительством в 1843 году производились в этой местности буровые скважины, и при этом наткнулись на залежи каменной соли, мощностью в 325 метров, оказавшиеся, таким образом, неисчерпаемыми. В 1851 году была спущена первая шахта, но сначала наткнулись на неприятные на вкус горькие соли, которые, как „съемочные“ соли, были отброшены в сторону. Их исследование показало, что они содержат много солей калия. Это положило начало блестящему развитию производства в этой местности калиевых солей, потому что в залежах оказалась не только каменная соль, но также неизмеримые количества солей калия. Но шахты доставляют соли с таким количеством вредных для роста растений примесей, что они не могут быть применяемы в сыром виде. Сперва они должны быть

подвергнуты на местных химических фабриках очистке путем перекристаллизации, чтобы стать, в качестве солей калия, пригодными для сельского хозяйства. Лет пятнадцать тому назад соли калия были найдены и в Эльзасе, где также начали разработку рудников, которые теперь уже эксплуатируются французами, благодаря чему Германия лишилась монополии в этой области. Я не принадлежу к тем, которые полагают, что прошли уже счастливые времена для разработки в Германии калиевых залежей. Ведь и французы могут извлекать из недр земли соли калия только при соответственных затратах и, кроме того, существует много производств, одновременно процветающих в нескольких странах. Нам стоит только вспомнить о хорошем состоянии германского, французского, английского и американского производства железа перед войной. К началу последней Германия имела 207 калиевых рудников, дававших 1.102.000 тонн чистой окиси калия, которые продавались за 202 миллиона марок. Продажная цена солей калия устанавливается по процентному содержанию чистой окиси калия ( $K_2O$ ), определяемому путем химического анализа. В заключение укажем еще на то обстоятельство, что в Испании, в долине Эбро, найдены также залежи солей калия, появление которых в продаже является лишь вопросом времени.

Теперь мы подходим к самой интересной части этой главы, а именно, к вопросу об удобрении азот-содержащими веществами. Следующие обстоятельства делают удобрение азотом особенно важным. В растениях образуются преимущественно целлюлоза (клетчатка) и смолы, а также углеводы, жиры и белковые вещества; из них последние три, т.е. углеводы, жиры и белковые вещества являются питательными веществами для человека и животного. Когда мы, напр., едим мясо, то мы потребляем материал, который образовался в организме животного из растительных пищевых веществ. Словом, все питание животного царства, а следовательно, в том числе и человека, имеет своим источником всецело и исключительно растительное царство, если не считать поваренной соли, которую необходимо прибавлять в небольшом количестве.

Под углеводами химики разумеют не только различные сорта крахмальной муки, какие только существуют, как напр., пшеничную, саговую, картофельную и арроруттовую и т. д., но также и различные виды сахара, как тростниковый, свекловичный, виноградный и т. д. Все углеводы и жиры составлены довольно просто из углерода, водорода и кислорода. Поэтому в нашем питании крахмальная мука, сахар и жиры могут замещать друг друга и, таким образом, мы можем доставлять нашему организму одинаковую энергию как при посредстве куска хлеба с маслом, так и при посредстве куска хлеба с медом. На этом-то и основано теперешнее поглощение в Германии повидла. Но состав углеводов и жиров в химическом отношении слишком прост, чтобы они могли обуславливать все жизненные процессы. Для этого природа создает в растениях вещества, содержащие азот, которые, в противоположность углеводам, невероятно сложны по своему составу. Так как их химический состав напоминает состав белка куриного яйца, то они получили название растительного белка. Этот растительный белок является носителем жизненного начала растений. Поэтому последние тем лучше произрастают, чем они богаче белками, а так как для образования белков они нуждаются в азоте, то азотистое удобрение является, так сказать, их искусственным жизненным эликсиром, и растительные белки появляются на первом плане во всех тех случаях, где дело идет об образовании нового живого вещества или об его размножении.

Можно было бы подумать, что растения никогда не испытывают в течение своего произрастания недостатка в азоте. Если для их роста хватает 3 частей углекислоты, содержащихся в 10.000 частях воздуха, то тем более должно было бы быть для них достаточным 8.000 частей азота, содержащихся в том же количестве воздуха. Но в действительности дело обстоит не совсем так. Азот в химическом отношении является веществом настолько индифферентным, что даже искусство химиков не может побудить его непосредственно вступать в соединение с другими элементами. Его недоступность в этом отношении настолько велика, что даже

Ливих, хорошо знавший, что в растениях образуется белок, не мог точно установить, каким путем растения добывают себе необходимый для этого азот. Несмотря на это, он рекомендовал удобрять землю азотистыми соединениями, ибо не только его теория, но также и его практические опыты указывали на благоприятное влияние азотистых соединений на рост растений.

Химия в этой области никоим образом не могла дать объяснения, потому что тут, как было показано в 1886 году, дело шло об участии бактерий, роль которых во времена Ливиха еще не была известна. Бактерии, поселяющиеся на корнях бобовых растений, поглощают при своем жизненном процессе азот из воздуха, который таким путем становится ассимилируемым для растений. Еще Ливих в свое время рекомендовал в качестве азотистого удобрения чилийскую селитру, легко растворяющуюся в воде и содержащую свыше 17% азота. Она оказалась превосходным средством: при достаточном количестве прибавленных фосфорной кислоты и солей калия, 100 кгр. селитры увеличивают каждый раз на 1 гектаре жатву на 300 кгр. пшеницы или ржи, на 400 кгр. ячменя или овса и на соответственное количество соломы. Затем азотистым удобрением стал служить аммиак газовых заводов, который нам уже известен из первой главы. Неочищенная газовая вода перерабатывается для сельского хозяйства в сернокислый аммоний, и его разбрасывают по полю в виде твердого вещества.

Относительно чилийской селитры было установлено, что ее запасы будут исчерпаны в течение ста лет; что же касается сернокислого аммония, то количество последнего может отвечать только количеству потребляемого светильного газа. Таким образом, сельскому хозяйству угрожает в будущем постоянный недостаток в азоте. Вот почему превращение азота воздуха в растворимые, насколько возможно, в воде соединения, которые могли бы быть разбрасываемы по полям, являлось самой важной задачей в интересах дальнейшего существования человеческих масс. Разрешение этой задачи удалось лишь при помощи электротехники. Сперва удалось электротехническим путем соединить карбид кальция, как

это нам уже известно, с азотом в азотистую известь, которая представляет собою хорошее удобрительное средство. Затем посчастливилось соединить кислород и азот воздуха при действии колоссальных электрических искр в азотную кислоту, служащую удобрительным материалом в виде азотно-кислой извести. Но наиболее блестящим явился способ химика Г А В Е Р А (Haber), который показал, как можно соединять азот с водородом непосредственно в аммиак. Этот способ Г А В Е Р А получил, при содействии Б о ш а, грандиозное практическое применение. В настоящее время в Германии получают таким путем ежедневно по 500.000 килограмм аммиака. Во время войны этот способ был признан даже нашими врагами выдающимся достижением и играл тогда большую роль, так как аммиак был превращаем в азотную кислоту, служившую для приготовления пороха. В настоящее же время этот самый аммиак служит снова мирным целям, а именно увеличению количества пищевых средств.

Теперь мы знаем, как химики изготовляют для растений надежную пищу, которая так блестяще способствует их произрастанию. Но в отношении орошения полей, столь же необходимого для растений, сельское хозяйство все еще вынуждено считаться с счастливой случайностью своевременного появления дождей. Но так как природа посылает дожди только в расчете на поддержание жизни первобытных лесов и степей, нисколько не заботясь о правильных ежегодных жатвах, то сельское хозяйство часто терпит от отсутствия дождя в нужное для его полей время. Уже в 1913 году было доказано, что искусственное орошение германских полей могло бы повысить в среднем на 500 марок ежегодный доход с одного гектара. Из этого непосредственно вытекало такое колоссальное увеличение количества пищевых средств, что в будущем Германия не только не нуждалась бы в ввозе последних, но сама могла бы снабжать ими другие страны, например, Швецию и Норвегию.

Таким образом, нас уже никогда больше не могли бы морить голодом, и нам не пришлось бы переживать время такой организованной нужды, какую мы переживаем теперь. И Германия была тогда достаточно богата, чтобы в течение



каких-нибудь сорока-пятидесяти лет закончить орошение всех пригодных для этой цели полей. Так безумно затянутая война сделала невозможным осуществление этого проекта на ближайшие сто, а быть может и больше лет, вследствие вызванного ею недостатка в денежных средствах. Таким образом, искусственное орошение полей стало невыполнимым для нескольких грядущих поколений немцев.

---

## Химия и анализ мочи.

Помещение в этой книге сведений, касающихся анализа мочи, может в первый момент показаться странным многим читателям. А между тем именно они представляют для непосвященного чрезвычайно интересную и нетрудную для понимания область. В этом отношении анализ мочи находится в полной противоположности к большей части других отделов аналитической химии, которые не-химику вне лаборатории не могут быть объяснены, и, кроме того, вряд ли представляют для него интерес. Само собою разумеется, что в дальнейшем не будет ничего ни неэстетичного ни устрашающего. К тому же, так как все мы желаем быть здоровыми, для многих читателей будет далеко не нежелательно, в связи с вышеприведенными оговорками, иметь возможность составить себе представление о том, каким образом может врач на основании анализа мочи выводить столь существенные заключения о состоянии здоровья пациентов. Считаю нужным при этом заметить, что иной особенно напрактиковавшийся специалист в этой области может в некоторых подходящих случаях облечь перед непосвященным результаты своего анализа даже в такую форму, что последний готов принять его за прорицателя. Поэтому не совсем без основания Шекспир наделяет такого врача эпитетом „король мочи“. Наконец, к этой области применимы также слова Гёте: „Es trägt Verstand und rechter Sinn mit wenig Kunst sich selber vor“<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> „Разум и здравый смысл не требуют большого искусства, чтобы проявить себя“.

Из предыдущей главы мы знаем, что питание человека в смысле усвояемости складывается из белков, жиров и углеводов. Заключающиеся же в пище все прочие вещества, а также избыток трех вышеперечисленных выделяются, как излишек, из кишечника. Переваренная и благодаря этому переходящая в организм пища служит с окончанием роста человека только для замены переработанных в процессе жизни веществ, которые при этом распадаются. Если бы образовавшиеся вследствие распада вещества оставались в организме, то их постоянно увеличивающееся количество скоро должно было бы сделать невозможным дальнейшую жизнь. Природа обеспечивает удаление этих продуктов распада из организма таким путем, что образует из них растворимые в воде вещества, которые затем в растворенном состоянии уносятся кровью. В конце концов они попадают либо вместе с водой, вводимой с пищей, через почки в мочевой пузырь, из которого этот водный раствор выделяется от времени до времени в виде мочи, либо они попадают в виде углекислого газа в легкие, которые выдыхают этот газ. Так как природа не терпит расточительности, то следует полагать, что в моче здорового человека не должны находиться ни белок, ни жиры, ни образующийся в организме из углеводов виноградный сахар. Но при болезнях дело может принять другой оборот относительно сахара и белков. В этом случае в моче находят большее или меньшее количество последних.

Так как почки здоровых людей совершенно не пропускают белка, то появление последнего в моче служит признаком ненормально работающих почек. Констатирование белка производится довольно просто. Если в пробирке нагреть до кипения несколько кубических сантиметров мочи, содержащей белок, то последний принимает при температуре кипения такую же твердую консистенцию, какую мы наблюдаем при нагревании яичного белка. Но моча никогда не представляет собою простого раствора белка, а содержит всегда еще целый ряд других веществ. Так, между прочим, в ней еще содержится фосфорнокислая известь, которая, будучи в большом количестве, обладает свойством выделяться

при кипячении, обуславливая этим помутнение жидкости. Нужно заметить, что присутствие фосфорнокислой извести в моче наблюдается постоянно после обильного потребления, напр., мяса или яиц. Таким образом, этот фосфат может ввести нас в заблуждение, заставляя думать, что в моче находится белок; это может привести к тяжелым ошибкам, так как само по себе присутствие фосфата кальция в моче не имеет абсолютно никакого значения. Но если к испытуемой пробе мочи перед кипячением прибавить каплю разбавленной уксусной кислоты, то фосфат кальция тотчас растворяется. Следовательно, лишь в том случае нужно считать присутствие белка доказанным, если и после прибавления уксусной кислоты жидкость остается мутной.

Уже этот простейший пример показывает, что человек неопытный, мало упражнявшийся не должен делать заключений на основании исследования мочи, что также относится и к столь излюбленному исследованию на сахар, к которому мы сейчас перейдем. Такого рода заключения могут явиться источником чрезвычайных огорчений как для производившего исследование, так и для других. Поэтому я неперестанно повторял своим слушателям, юным медикам, что они должны тщательно упражняться в анализе мочи, ибо только при таких условиях возможна уверенность в этой области. В то время как в химических лабораториях первоначальное преподавание анализа производится по твердо установленным принципам, я не мог того же достигнуть в течение долгого времени в отношении преподавания химического анализа молодым медикам, и поэтому аналитические упражнения последних несколько сохраняли характер пачкотни. К этому нужно еще прибавить, что не всегда можно получать для практических упражнений необходимую для этого мочу даже из больших клиник и больниц. В виду этого я придумал способ, дающий возможность готовить желательную для преподавания ненормальную мочу из нормальной при помощи некоторых приемов и добавления некоторых веществ. Такая искусственная моча, разнообразная по составу, дает возможность правильного ведения работ и даже самостоятельного изучения, потому что в распоряжении практикантов всегда

имеются материалы для упражнения. Я описал способ приготовления такой искусственной мочи в моей книжке „Praaxis der Harnanalyse“, пятое издание которой недавно вышло в свет.

Потребляемый нами жир раздробляется под влиянием желчи, изливающейся в кишечник, на мельчайшие капельки. Эти частички жира настолько малы, что они проходят (диффундируют) через стенки кишечника непосредственно в кровь. Жир состоит только из углерода, водорода и кислорода. Как известно, мы вдыхаем легкими воздух, кислород которого также проникает через тонкие перепонки легкого в кровь. Кислород сжигает жир, поддерживая тепло тела; но только потому, что горение жира не сопровождается пламенем, предпочитают называть этот процесс не горением, а окислением. При этом углерод жира превращается в углекислый газ, который ток крови уносит в легкие, выдыхающие его. Вот почему в выдыхаемом воздухе мы находим так много углекислого газа. Вследствие полного окисления, т. е. сгорания жира, мы не находим и следов его в моче, не можем найти его также даже в случаях болезни по той причине, что почки, вообще, его не пропускают.

Напротив, совершенно иначе может обстоять дело с циркулирующим в кровеносных путях сахаром. Так как он также состоит только из углерода, кислорода и водорода, то организм для поддержания своего тепла может подвергнуть его точно такому же сжиганию, какому он подвергает и жир, и так оно и происходит у всех здоровых людей. Но в данном случае нередко наблюдается, что почки пропускают большее или меньшее количество сахара, который следовательно не вполне сгорает, но частично теряется организмом, оставляя последний вместе с мочей. Уже Парацельз<sup>1)</sup> говорит, как об известном факте, что моча многих пациентов имеет сладкий вкус. Но ни он ни его преемники не могли установить связи между появлением сахара в моче и тем, что мы называем в настоящее время сахарной болезнью (диабетом), и они должны были предоставлять страдавших этой болезнью неизбежной смерти. Эту связь установил лишь

---

<sup>1)</sup> Ученый XVII века.

*Прим. ред.*

Добсон в 1772 году. Затем, на основании этого, врач Ролло пришел к классической идее о борьбе с сахарной болезнью путем определенной диеты, относительно которой он коротко и выразительно говорит, что диета пациентов должна преимущественно состоять из пищи животного происхождения, дабы в организме совсем не было возможности непрерывного образования сахарообразных веществ. Правильность его диеты ясна для нас без лишних слов. Ни белок, следовательно, ни яйцо, мясо, птица, рыба и т. п., ни жир не могут образовать в организме сахар, так как они не имеют в химическом отношении с ним ничего общего. Поэтому, если пациент будет питаться пищей только животного происхождения, он не будет выделять сахара, и ему тогда нечего опасаться дурных последствий сахарной болезни. Если же больной сахарной болезнью употребляет растительную пищу, особенно же сахар, то содержащиеся в хлебе, картофеле, печениях и т. п. углеводы должны будут при переваривании превращаться в организме в сахар, чтобы, вообще, иметь возможность попасть в кровь, и поэтому сахар обнаруживается в моче такого больного. Таким образом, установленные Ролло диетические правила для диабетиков заслуживают восхищения; при них, однако, не принято во внимание в достаточной мере одно обстоятельство, а именно, что человеческий организм не представляет собою мертвого химического аппарата; этот организм живет, да к тому же еще надѣлен нервами. На практике оказывается, что его диетические предписания едва могут быть выносимы в течение продолжительного времени, превращая жизнь пациентов в сплошное мучение. Поэтому в данном случае чрезвычайно желательны смягчения диеты, хотя основные принципы Ролло должны быть сохранены. Я сам страдаю сахарной болезнью в легкой форме—болезнь ведь вначале проявляется большею частью в довольно легкой форме—и моя нервная система достаточно пострадала от диеты Ролло. После долгого размышления я нашел способ изменить диету. Это изменение последней также достигает своей цели, и благодаря ему я уже лет десять свободен от сахара, не подвергаясь мучениям. За недостатком места я воздерживаюсь

здесь от изложения моего метода, о котором подробно и в общедоступной форме говорю в десятом издании моей книги „Химия в обыденной жизни“. Замечательно, что Ролло, который, быть может, больше всех других врачей способствовал продлению жизни пациентов, до него неизлечимых, не имеет еще памятника, между тем как изобретателю гомеопатии, Ганеманну, поставлено их даже два.

С прогрессированием диабета в моче появляются на ряду с сахаром еще ацетон, ацето-уксусная кислота и, в конце концов, оксималяная кислота. Таким образом, по данным анализа можно определить степень заболевания сахарной болезнью.

Для практического врача при анализе мочи, кроме вышеприведенных веществ, остается еще почти только определение желчного пигмента, крови, уробилина и индикана. Из этого видно, что число подлежащих констатированию в моче веществ не так уже велико.

Теперь мы покажем, к каким, на первый взгляд, изумительным результатам может прийти опытный исследователь на основании одного лишь простого определения сахара в моче. Это испытание состоит в том, что к моче в пробирке приливают избыток раствора едкого натра, а затем прибавляют до тех пор раствор медного купороса, пока образовавшийся в начале синий осадок при взбалтывании не растворится, окрасив раствор в лазуревый цвет. Если теперь такую смесь нагревать, и из нее еще до кипения начнет выделяться желтая муть, то заключают о содержании сахара в моче.

Однажды один из моих приятелей попросил меня исследовать мочу его матери, страдающей сахарной болезнью. Я предложил ему прислать мне первую порцию утренней мочи. Данные анализа оказались неблагоприятными для больной, о чем я и известил своего друга. Я, правда, нашел сахар, но не обнаружил ни одного из тех вышеупомянутых веществ, которые появляются на ряду с сахаром при тяжелых стадиях болезни. Кроме того, я написал, что нахожу неправильной присылку мне пробы, в которой мог еще быть обнаружен ужин. Он тотчас же лично извинился и заявил, что, стесняясь матери, поручил отобрать пробу мочи прислуге из ночного сосуда. Для него было совершенно не-

понятно, как я мог это узнать. А дело тут просто сводится к следующему. Количество сахара, определяемое при анализе, находится в очень большой зависимости от непосредственно перед тем принятой пищи. Так как влияние принятой пищи менее всего должно сказываться на первой утренней моче, которую отделяет длинный промежуток времени от последней еды, то в утренней моче, в зависимости от тяжести болезни, сахар либо почти совсем отсутствует либо его находят в небольшом количестве. Но как только приливают к моче раствор едкого натра, а этим начинается исследование на присутствие сахара, то выпадают уже упомянутые мною фосфаты. В рассматриваемом же нами случае обнаружено было много фосфатов, а мы уже знаем, что это является результатом обильного потребления мяса, рыбы или яиц, составляющих специальную пищу страдающих диабетом. Следовательно, выходящее за пределы нормы количество фосфатов могло быть обусловлено принятой вечером пищей и, таким образом, присланная проба не могла представлять собою первую утреннюю мочу.

Я хочу еще остановиться несколько подробнее на индикане. В задней части кишечника возникают явления гниения, вызываемые не пищеварением, а гнилостными бактериями. При этом образуется немного индола вследствие гниения белковых веществ. Путем диффузии последний попадает в кровь, где происходит окисление его в индоксил. Но индоксил очень ядовит, и организм, чтобы парализовать действие этого яда, пользуется серной кислотой. Так как белковые вещества содержат серу, то благодаря распаду их последняя также попадает в кровь, где она окисляется в серную кислоту. Образующаяся таким путем индоксил-серная кислота попадает, наконец, в мочу в виде калиевой соли индоксил-серной кислоты, которой врачи дали причудливое название индикана. Последнее соединение может быть с необычайной легкостью превращено в индиго. Для этого стоит только прибавить к моче в пробирке самой крепкой соляной кислоты, смешанной с небольшим количеством хлорного железа, и, как это ни странно звучит, можно из каждой мочи получить таким путем индиго, правда в едва весомом



количестве. Количество индикана в моче чрезвычайно мало при поносах, так как при последних почти не хватает времени для гнилостного процесса в кишечнике. Совершенно противоположное мы встречаем при запорах. А когда дело доходит до столь печального явления, как непроходимость кишок, количество индикана чрезвычайно возрастает. Отсюда ясно, какое диагностическое значение имеет для врача определение количества индикана.

Всем известны случаи, когда моча в течение ночи мутнеет и становится густой. Само по себе это явление не представляет собою ничего серьезного, но часто является причиной беспокойства. Это изменение мочи обуславливается следующим. В моче постоянно содержится натриевая соль мочевиной кислоты, часто в форме мочекислового натрия. Последняя соль трудно растворима в холодной воде, и поэтому она выделяется при охлаждении мочи, при чем иногда в форме, придающей моче более густую консистенцию. Стоит такую мочу нагреть до  $37^{\circ}$ , т. е. до температуры тела, чтобы она стала такой же прозрачной, какой она была первоначально. Однажды один молодой студент, чрезвычайно испуганный, принес мне из женской клиники густую, почти черную мочу. После того как исследование показало мне, что в ней не было ничего ненормального, я ему сказал: „Давайте этой женщине в течение дня много зельтерской воды, и все будет хорошо“. Так оно и было. Дело шло об одной больной, которая подверглась операции под хлороформным наркозом, при чем в качестве антисептического средства применялась карболовая кислота. После наркоза больная выделила очень концентрированную мочу, и поэтому в ней было слишком мало воды, чтобы кислая натриевая соль мочевиной кислоты могла оставаться в растворе на холоду. Этим объясняется более густая консистенция мочи. Что же касается черного цвета, то последний обуславливается карболовой кислотой. Дело в том, что из карболовой кислоты образуются вещества, которые природа, в виду их ядовитости, соединяет, как это она делает с индоксидом, с серной кислотой. Эти соединения при стоянии постепенно чернеют под влиянием кислорода воздуха. Обильное питье воды должно было сделать

невозможным дальнейшее сгущение мочи, так как моча выделялась и без того уже более разбавленной. Что же касается ядовитых веществ, соединенных с серной кислотой, то они скоро вымываются из организма и, таким образом, устраняется причина потемнения мочи на воздухе.

Впрочем, вымывание посторонних веществ, появляющихся в моче, под влиянием принятых лекарств протекает с весьма различной скоростью. Так, однажды один из моих приятелей попросил меня исследовать мочу и прислал мне ее без всяких указаний на ее происхождение. Я ответил через принесшего мне мочу, что последняя принадлежит здоровой женщине, которая за 24 часа до того приняла настойку александрийского листа. Позже мой приятель признался мне, что с тех пор его жена смотрит на меня с некоторым страхом. Для нее еще понятно, что я мог установить присутствие александрийского листа в моче, но она совсем не может постигнуть, каким образом было определено время его приема. И в данном случае можно дать объяснение, которое по простоте не оставляет желать ничего лучшего. При исследовании на сахар я прибавил раствор едкого натра. При этом моча окрашивается в красный цвет, если предварительно больной принимал александрийский лист. Окрашивание мочи в таких случаях теряется лишь очень медленно; вот почему по слабой окраске я на основании имевшегося у меня опыта заключил, что лекарство было принято за день до того.

Особенно странный вид имела моча, которую я получил однажды из одной больницы. Она была травянисто-зеленого цвета. Истеричная девушка—прислуга, которой принадлежала эта моча, утверждала, что она не принимала никаких лекарств. Я нашел в моче немного метиленовой сини, анилиновой краски, которую одно время прописывали против нервозности. Благодаря этому, случай был объяснен, и девушка, в конце концов, призналась, что, видя часто, как хозяйка ее принимает это лекарство, она решила взять его немного, чтобы испробовать. Немного метиленовой сини прошло без изменения через организм, и желтый цвет мочи дал с метиленовой синью дополнительный зеленый цвет.

В один прекрасный день является ко мне в лабораторию незнакомый мне господин, прося об исследовании принесенной им мочи. Сперва я отказал, потому что институт был предназначен только для научных работ, но затем согласился, так как узнал, что дело идет о юном кормильце матери. Не найдя в моче никакого белка, я ему сказал, что почки пациента здоровы. Обнаруженное мною небольшое количество сахара его не удивило, так как он знал, что его брат страдает сахарной болезнью. В виду того, что я не нашел ацетона и т. д., я успокоил его относительно состояния здоровья больного. На основании отсутствия желчного пигмента я мог заключить, что печень здорова. Далее, содержание индикана было нормально, и поэтому я ему сказал, что брат его, повидимому, не страдает расстройством пищеварения. С большим изумлением он подтвердил правильность сделанного мною заключения, которое для него не было понятно. Наконец, я сказал ему: „Вы можете быть безусловно довольны результатом анализа, но скажите мне, пожалуйста, с каких пор брат ваш болен сифилисом?“ С искаженным лицом он упал на стоявший позади него стул и воскликнул: „И это вы тоже знаете?“ С большим трудом мне удалось успокоить его настолько, что я имел возможность объяснить ему, каким путем я пришел к этому вопросу и, таким образом, не дал ему повода ославить меня, как профессора черной магии. Дело в том, что вышеупомянутая болезнь не распознается непосредственно по состоянию мочи. Но при исследовании я, между прочим, заметил, что моча содержала много иода. Так как это касалось молодого человека, состояние здоровья которого озабочивало его близких, не знавших определенно, чем он болен, то я предположил, что источником открытого мною в моче иода является иодистый калий, прописанный ему врачом против названной мною болезни, и не ошибся в своем предположении.

Однако, не всегда уж так просто обстоит дело с анализом мочи, как это могло бы показаться на основании всего вышеприведенного. Так, однажды ко мне явился врач, который утверждал, что он находит у одного пациента в

течение 5 лет белок при полном отсутствии ожидаемых им на этом основании симптомов. На мой вопрос о том, какой способ он применял при своих анализах, он ответил, что пользовался раствором пикриновой кислоты, рекомендуемой в одном английском руководстве. Мой ответ гласил: „В таком случае, у ваших богатых пациентов вы, вероятно, большею частью будете полагать, что находите белок, между тем как ваши более бедные пациенты будут вам казаться в этом отношении гораздо более здоровыми“. Он согласился с этим, немного подумав. А дело тут вот в чем: раствор пикриновой кислоты тотчас осаждает белок, но при более продолжительном стоянии пикриновая кислота соединяется также с нормальной составной частью мочи, с креатинином, образуя двойную соль пикриновокислого креатинина и калия, которая трудно растворима и поэтому, в конце концов, также выделяется из раствора. Этот то последний осадок врач и принимал за осадок белка. Но так как креатинин в моче появляется в значительно большем количестве после потребления мяса, то моча состоятельных людей, которые в мирное время имели обыкновение есть несколько раз в день мясо, должна была содержать больше креатинина, чем моча бедного населения. Поэтому моча состоятельных людей в нормальное время будет давать муть с раствором пикриновой кислоты чаще, чем моча бедных людей и, таким образом, будет скорее вводить в заблуждение относительно присутствия белка, если последний будут стараться определять помощью неподходящего метода.

---

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Все вышеприведенные сведения вызовут во всяком внимательном читателе мысль, что в химии должен господствовать удивительный порядок. В противном случае, должен сказать он себе, химику невозможно было бы ориентироваться во всей необъятной области, посвященной исследованию всего материально существующего. Этой возможностью химики обязаны своим развившимся с течением времени аналитическим методам, которые отчасти достигли поразительной законченности и совершенства. До сих пор ими открыты 83 вещества, не поддающиеся дальнейшему разложению. Они называют их элементами, и каждый такой элемент состоит только из однородных атомов. Но большинство из этих 83 элементов так редко встречается на земле, что все, что мы видим в обыденной жизни, следовательно, также и человеческое тело, едва-ли состоит даже из 20 элементов.

Совокупность всех элементов образует в настоящее время основание дома химиков, в котором они пытаются ежедневно устроиться поуютнее, в котором они должны блюсти порядок и умеют поддерживать его. Но уже в 1826 году был поднят вопрос, действительно ли элементы представляют собою первичные вещества, действительно ли существует в настоящее время 83 вида атомов, и не возможно ли эти различные виды атомов свести к одной основной первичной материи, на получение которой в изолированном состоянии может, в конце концов, надеяться аналитическая химия?

В самое последнее время химики после упорных изыс-

каний пришли к воззрению, по которому атомы отдельных элементов состоят из ядра с движущимися вокруг него электронами. Этим путем они пришли к убеждению, что в мире атомов, т. е. в мире самом малом, какой только может постигнуть человеческая мысль, господствует та же закономерность, какая существует между солнцем и планетами, т. е. в мире самом большом.

Далее, всем уже известно, что открытый в 1896 году элемент радий непрерывно испускает лучи. Самое замечательное в этих лучах это—их материальная природа, подобно тому как материальна, напр., струя воды. В последние месяцы в связи с новыми чрезвычайными достижениями в области научной мысли и по преодолении новых бесконечных экспериментальных трудностей, пришли к поразительному результату. Если испускаемые радием лучи, которые можно сравнить, напр., с рядом непрерывно вылетающих из ружья пуль, пропускать через азот, то та часть лучей, которая проходит между отдельными атомами или между атомным ядром и окружающими его электронами, не производит никакого действия. Но совершенно иной оборот принимает дело в тех значительно более редких случаях, когда луч попадает непосредственно в атомное ядро азота. Ударом луча из этого ядра, до сих пор считавшегося неразложимым, вырывается водород. Этим было доказано, что азот, рассматривавшийся до сих пор, как элемент, состоит из водорода и еще одного элемента.

Подобного рода чрезвычайные достижения в области научной мысли показывают нам, что химия в настоящее время занята не только усовершенствованием методов, ценных для хозяйственной жизни народов. Она есть и навсегда останется высокой наукой, сбрасывающей человечеству со своего изобильного стола, подобно крошкам хлеба, сведения, пригодные также и для практической жизни.

---

## СОДЕРЖАНИЕ.

---

От редакции . . . . .	III
Введение . . . . .	1
Глава I. Химия и каменный уголь . . . . .	3
Глава II. Химия и дерево . . . . .	37
Глава III. Химия и мать-земля . . . . .	53
Глава IV. Химия и анализ мочи . . . . .	69
Заключение . . . . .	80

---