

Д.Д. Зыков, Н.М. Караваев

Уголь и химия

**Научно-популярная серия
"Академия наук - стахановцам"**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 004
ББК 92
Д11

Д11 **Д.Д. Зыков**
Уголь и химия: Научно-популярная серия "Академия наук - стахановцам" / Д.
Д. Зыков, Н.М. Караваев – М.: Книга по Требованию, 2014. – 221 с.

ISBN 978-5-458-63041-2

Продукты из угля вокруг нас. Что такое уголь. Из недр - на службу человеку. От Иоганна Бехера до наших дней. Кокс. Газы. Немного химии. Бензол - основа синтеза красителей. Продукты из угля и пластмассы. Взрывчатые, боевые химические и лекарственные вещества, изготавливаемые из угля. Ожигание угля. Сегодня и завтра.

ISBN 978-5-458-63041-2

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2014

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2014

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

схемы видно, что, подвергая уголь сильному нагреву (до 1000°) в закрытых камерах, мы проводим коксование его, в результате которого уголь распадается на кокс — топливо для доменных печей, газ — высокоценное газовое топливо (светильный газ), масла и смолу (сырье для изготовления большого количества всевозможных продуктов) и аммиачную воду (сырье для изготовления удобрений, нашатырного спирта). Нагревая уголь, тоже в закрытых камерах, но до температуры $500-600^{\circ}$, мы опять-таки разлагаем его на твердый остаток (полукокс), газ, масляные продукты и воду, содержащую примеси некоторых веществ. Однако в этом случае характер получаемых продуктов иной, чем при коксовании. Полукокс является ценным, неокисляющим, активным бездымным топливом, а газ гораздо богаче, чем коксовый, и может служить как высокоценным топливом, так и сырьем для ряда химических производств. Масляные продукты в этом случае служат, главным образом, для получения из них искусственного моторного топлива (бензина) и т. д. Наконец, химическая переработка каменного угля может заключаться или в его ожигании (гидрировании) и превращении таким путем в искусственный бензин или в переводе угля в газ для последующего получения из этого газа искусственного бензина, керосина, смазочных масел, парафина и даже пищевых жиров. Растворением удастся извлечь из угля ряд ценных веществ, например таких, как горный воск.

Уже этот беглый обзор показывает, насколько разнообразны методы химической переработки углей и как много самых различных продуктов может быть получено из углей этими методами. Чтобы нагляднее представить себе, насколько глубоко проникли изготовленные из угля продукты во все уголки нашей жизни, постараемся представить картину того, что произошло бы, если бы все эти продукты вдруг неожиданно исчезли.

В этом случае, проходя по улице большого промышленного города, мы с удивлением отметили бы, что неожиданно костюмы и одежда встречающихся людей стали белыми или грязно-

серыми, пестрые шарфы и кофточки женщин вдруг выцвели. Со всех тканей исчезли бы краски, — ведь все эти краски изготовлены из продуктов переработки каменного угля. С костюмов пропали бы все пуговицы, изготовленные из пластмассы, красивые роговые очки тоже вдруг исчезли бы, и стекла от них со звоном покатались бы на мостовую. Ведь оправы очков также сделаны из пластмассы, а пластмасса, как и краски, — продукт переработки угля.

Мы не успели бы еще понять в чем дело, как папе внимание привлекла бы выезжающая из-за угла автомашина. Не закончив поворота, она остановилась бы, так как мотор ее вдруг заглох. Малпина потеряла рулевой штурвал, распределитель тока, шестерни распределения и многие другие детали, изготовленные из тех или иных пластмасс.

Перестав обращать внимание на все происходящее на улице, мы бросились бы к нашему заводу. В дверях пачальник пеха сказал бы нам, что вот уже более десяти минут в мартеновские печи перестал поступать получасмый из угля и обогревающий эти печи газ, и они начали остывать, а в доменных печах вообще произошел какой-то обвал. Ведь в них неожиданно исчез кокс — доменное топливо, получаемое при коксовании каменных углей.

Вдруг сильный взрыв потряс воздух. Это взорвался газгольдер — хранилище доменного газа. Затворы его, заполненные каменноугольным маслом, с исчезновением последнего обнажились, газ стал смешиваться с воздухом, и случайной искры оказалось достаточно, чтобы вызвать взрыв.

Мы бросаемся к телефону, чтобы вызвать пожарных, но вместо телефона видим только грязную железную коробку с рычагом: трубки нет, вместо нее валяются магниты, мембрана, несколько проводов и вишников. Ведь трубка и многие другие детали телефона тоже сделаны из пластмассы.

Вы почувствовали себя пехорошо и хотите попохаты нашатырного спирта. Он здесь, рядом с телефоном, в дежурной аптечке. Но открыв флакон, вы чувствуете, что папатырного спирта уже нет, осталась только чистая вода. Рас-

творенный в ней раньше газ аммиак тоже был получен из каменного угля...

К счастью, в действительности всего этого произойти не может, и наоборот, каждый день мы узнаем, что на основе сырья, получаемого из углей, вырабатываются все новые и новые продукты и изделия. Уголь все шире применяется не только как топливо, но и как ценнейшее сырье для химической промышленности, изготавливающей из него краски и лекарства, духи и взрывчатые вещества, удобрения и яды, пластмассы и масла для пропитки древесины, светильный газ и моторное жидкое топливо. Даже нафталин, которым мы пересыпаем одежду для сохранения от моли, является продуктом каменного угля.

Попробуем теперь ближе познакомиться с отдельными ветвями «угольного дерева» и уяснить себе, как осуществляются сложные процессы превращения угля в столь разнообразные, мало похожие друг на друга, жизненно необходимые для нас предметы. И прежде всего познакомимся с сырьем, из которого они получаются, — с углем.

Глава II

Что такое уголь

Каустобиолиты — горючие, рожденные жизнью камп, — вот то общее название, под которым в науке объединяются все горючие ископаемые: каменные и бурые угли, сланцы, торфы, нефть, природные асфальты и даже естественные горючие газы. Название это дает ответ на вопрос, поставленный в заголовке этой главы; оно говорит о том, что уголь, являющийся одним из каустобиолитов, представляет собой минерализованные окаменевшие остатки росших в давние времена растений.

Растительное происхождение угля сейчас не оспаривается никем, но сравнительно не так еще давно этот вопрос вызывал разнообразные суждения. Среди алхимиков XVI в. долго удерживалось мнение, выдвинутое одним из круп-

ных представителей науки того времени — Парацельсом (1493—1541), — согласно которому угли рассматривались как камни, изменяемые действием вулканического огня. Мнение его современника Георга Агриколы (1490—1555), ученого и врача, особенно известного своими работами в области металлургии и геологии, который говорил, что каменный уголь — это отвердевшая нефть, держалось до начала прошлого столетия.

Взгляд на уголь как на горючее ископаемое растительного происхождения только постепенно завоевывал признание и окончательно утвердился лишь тогда, когда для исследования угля начали пользоваться микроскопом. При помощи микроскопа удалось открыть в угле такое количество растительных остатков, документов его растительного происхождения, что объяснять их присутствие в угле случайностью было уже невозможно.

Наблюдать зарождение скоплений растительных остатков, которые в дальнейшем могут превратиться в залежь угля, мы можем и в настоящее время. Торфяные болота и зарастающие трясинной лесные водоемы показывают, как многие миллионы лет тому назад начинали образовываться угольные месторождения. Процесс, имевший место тогда, был очень сходен с тем процессом, который мы можем наблюдать теперь. Сохранность этих огромных скоплений растительного материала обеспечивало главным образом то, что весь материал собирался под водой, защищавшей его от разрушения. Такое разрушение обязательно наступит, например, у упавшего дерева, лежащего на воздухе. Оно сразу становится пищей для ряда микроорганизмов, под действием которых превращается в труху и затем исчезает, как бы медленно сгорая. Микроорганизмы, «сжигающие» дерево, густо заселяют его; их присутствием объясняется свечение «гнилушек». Но для жизнедеятельности этих микроорганизмов, для уничтожения ими дерева, так же как и для обыкновенного горения, необходим воздух. Дерево же, упавшее в воду или моховое болото, залитое водой, защищено от дей-

ствия этих бактерий. Лежащие в воде растения, правда, глубоко изменяются вначале, и тоже под действием бактерий, но другого типа, а затем они все же сохраняются веками.

Ход накопления растительных остатков, связанный с зарастанием водоема, хорошо вписан на рис. 2. Этот рисунок показывает, что в первой стадии только по краям водоема появляется растительность, а в центре плавает зеленая тина; на дне понемногу собирается ил, содержащий большое количество растительных и животных остатков. Во второй стадии растительностью покрыто почти все озеро. Ростки по краям растения отмирали, частью опускались на дно водоема, а частью,

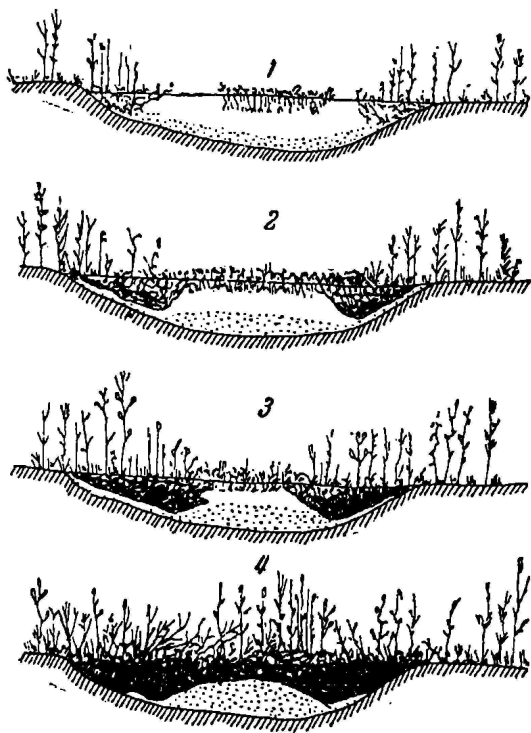


Рис. 2. Зарастание водоема.

плавающая, служили основой для роста новых растений. Слой ила на дне растет. В третьей стадии процесс идет в том же направлении еще дальше. Теперь уже тина начинает служить опорой для новой растительности, на ней вырастает яркая зеленая трава, создавая предательскую лужайку —

трясину, под которой скрыты вода и топкий ил. В последней стадии все озеро заполнено растительными остатками, пропитанными водой; образовалось болото, где будут в дальнейшем расти деревья, — болото, являющееся складом отмерших растений, которые рано или поздно будут служить человеку.

Чем же ценны эти остатки?

Главная их ценность для нас заключается в том, что они представляют собой скопления большого количества солнечной энергии, при помощи которой были построены тела растений. Строительным же материалом здесь был ряд химических элементов, из которых состоят все сложные вещества. Главным из этих элементов был углерод, основа всех важнейших соединений, связанных с жизнедеятельностью организмов.

Знакомясь с углем и с путями его химического использования, надо твердо запомнить, что уголь нельзя путать с углеродом. Это не равнозначные понятия, как неравнозначны, например, кирпичный дом и кирпич. Вес кирпича наверное составляет более 90% общего веса кирпичного дома, однако только от того, как этот кирпич сложен, какие материалы, в каких количествах и комбинациях участвуют с ним вместе в постройке, — только от этого зависит характер и качество постройки. Так и уголь. Хотя он более чем на 70% состоит из углерода, однако в растениях, послуживших источником его происхождения, углерод находился (и находится в угле) в составе чрезвычайно сложных химических соединений, от характера которых и зависит качество угля.

В свободном состоянии элемент углерод встречается в природе в виде алмаза, графита и сажи. Отличительной особенностью углерода по сравнению со всеми остальными элементами является его исключительная способность к соединению с атомами других элементов и, что особенно важно, способность атомов углерода соединяться между собой в цепочки (1), разветвленные системы (2) и кольца (3), схемы которых изображены на рис. 3. Благодаря этим исключительным его особенностям, химических соединений, основой которых служит углерод, уже сейчас известно более миллиона, в то время

как все остальные элементы, вместе взятые, дают всего около 30 000 соединений.

Эти удивительные свойства углерода обусловили то, что именно он стал элементом-носителем жизни, что именно на его базе построены все организмы, что вся жизнедеятельность организмов зиждется на превращениях соединений углерода. Все это заставило выделить соединения, образуемые углеродом, в самостоятельную группу и присвоить им за их связь с жизнью название *органических соединений*.

В науке долго держалось мнение, что органические соединения не могут быть получены искусственно, что своим образованием они обязаны будто бы какой-то таинственной «жизненной силе». Но когда в 1828 г. немецкий химик Велер искусственно получил такое типичное органи-

ческое вещество, как мочевина, когда затем другие химики начали готовить все новые и новые органические соединения теми же приемами, которыми они обычно пользовались в своих лабораториях, — сказка о невозможности искусственного получения органических веществ была опровергнута. Органические соединения, создававшиеся сначала только в лабораториях, стали затем даже предметом промышленного производства.

Рассмотрев роль и значение углерода в образовании организмов и вместе с тем и роль его в образовании угля, мы можем теперь проследить ход превращений углерода в природе — проследить, как он участвует в накоплении в растениях запасов солнечной энергии, как эта энергия консервируется в залежах угля и как ее может использовать для своих нужд человек.

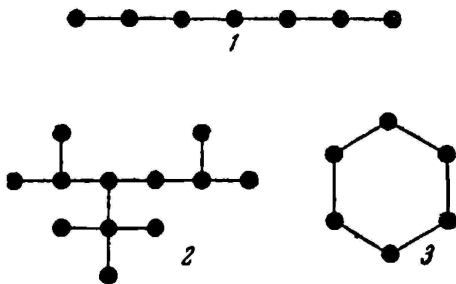


Рис. 3. Схемы соединения атомов углерода.

Энергией мы называем способность какого-нибудь тела или вещества совершать работу при изменении его состояния, его свойств. Так, про движущееся тело, например про ударяющийся о препятствие снаряд, мы говорим, что он обладает энергией движения, *кинетической энергией*, которая при остановке снаряда, при изменении его состояния, производит работу — разрушение препятствия. Кроме кинетической энергии, мы знаем еще энергию положения, *потенциальную энергию*. Ее, например, накапливает в себе тело в том случае, если его поднять на более высокий уровень, чем тот, на котором оно находилось. Потенциальную энергию хранит в себе, например, вода горного озера. Заставить эту воду работать, освободить содержащуюся в ней энергию можно, спустив воду из озера по трубам в турбины электростанции.

Одним из видов потенциальной энергии является энергия, кроющаяся в химических соединениях, — *химическая энергия*. Известно, что те химические соединения, на образование которых была затрачена энергия, способны ее отдавать при обратном разложении. Ярким примером этого может служить процесс, совершающийся в растениях, который мы сейчас разберем подробнее.

Непрерывным потоком ярких лучей освещает солнце землю. С этими лучами оно шлет громадные запасы энергии, заключающейся не только в тепле, но и в способности его лучей вызывать и поддерживать ряд сложнейших, преимущественно химических, превращений в природе, одним из которых является рост растений. Запасы солнечной энергии так велики, что если бы нам удалось собрать всю энергию, падающую днем только на один квадратный километр поверхности земли в час, то она оказалась бы равноценной 100 т каменного угля и была бы достаточно для приведения в действие мощной электростанции.

Под действием солнечных лучей зеленые растения строят свои ткани из углекислого газа, находящегося в атмосфере, и воды. Процесс этот, особенно интересный тем, что он идет с поглощением энергии может быть выражен следующим образом:

Образование растительной ткани



Получающиеся растительные ткани или образовавшийся из них уголь способны к обратному превращению, — горению, идущему на этот раз уже с выделением накопленной в них солнечной энергии в виде тепла, которое мы можем использовать для совершения той или иной работы. В этом случае схема, характеризующая процесс, будет такой:

Горение



Наглядное и более подробное представление о том, какие превращения испытывает углерод в природе, дает рис. 4. Из него видно, что главными потребителями углекислого газа, находящегося в атмосфере, являются растения. Днем под действием солнечных лучей растения поглощают углекислый газ (CO_2) из воздуха и строят из углекислоты и воды сложные вещества, идущие на образование растительных тка-

ней. Процесс этот называется *ассимиляцией* углекислого газа растениями.

Откуда появляется углекислый газ в атмосфере?

Во-первых, он выделяется при дыхании всеми животными и человеком. Выделяется он также из недр земли при извержениях и других геологических процессах. Выделяют угле-

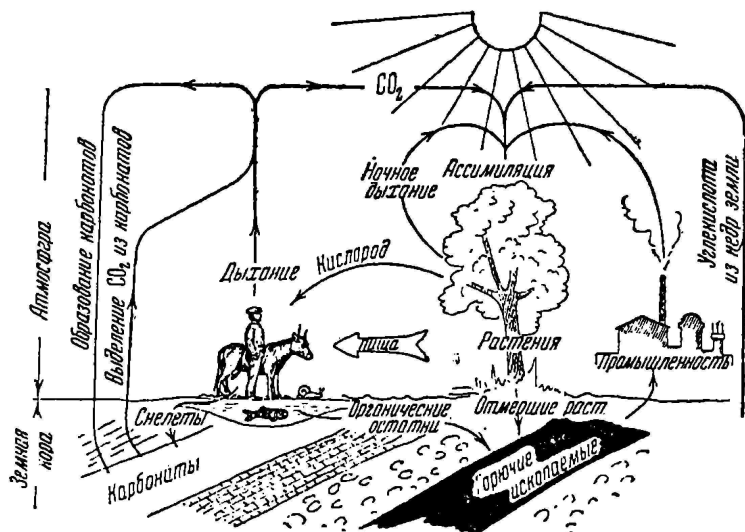


Рис. 4. Круговорот углерода в природе.

кислый газ и сами растения (при дыхании) за счет ряда происходящих в них процессов.

В результате ассимиляции строятся растительные ткани, причем, как мы видели выше, растения выделяют кислород, который необходим для дыхания людей и животных. Ткани растений служат пищей травоядным животным и идут в этом случае на образование животных тканей. Плотоядные животные и человек для своего развития нуждаются еще и в питании мясом, получая, таким образом, накопленные