

32.3
690

Е.А. БУКЕТОВ

**НЕФТЬ, УГОЛЬ И ВОДА
В ХИМИИ И ЭНЕРГЕТИКЕ**

512405

Караганда-94

Е.А. БУКЕТОВ

НЕФТЬ, УГОЛЬ И ВОДА В ХИМИИ И ЭНЕРГЕТИКЕ

Караганда-94

А Н Н О Т А Ц И Я

В данной брошюре известного ученого, писателя академика Е. А. Букетова изложены его взгляды на стабилизацию обеспечения человечества энергоресурсами на ближайшие сотни лет.

Приведены сведения из истории промышленного производства и использования основных видов энергоресурсов, нефти, угля и т. д.

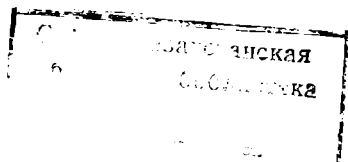
Труд является его последним творением, изложен доходчиво и рассчитан для широкого круга читателей.

512405 K+

ISBN 5-7667-3179-5

© Букетов Е. А.

06



НЕФТЬ, УГОЛЬ И ВОДА В ХИМИИ И ЭНЕРГЕТИКЕ

«Вся история науки доказывает на каждом шагу, что в конце концов постоянно бывает прав ученый, видящий то, что другие своевременно осознать и оценить не были в состоянии».

Академик В. И. Вернадский.

В драматической поэме Сергея Есенина «Пугачев» один из сподвижников вождя крестьянской революции мечтательно говорит:

Я хотел бы вернуть и поверить снова,
Что вот эту луну,
Как керосиновую лампу в час вечерний,
Зажигает фонарщик из города Тамбова.

Поэт бывал на Кавказе, он жил в 1924 году некоторое время в Баку. Ему там, на родине отечественного керосина, должно быть, рассказывали историю добычи и использования нефти, и он знал, наверное, что допустил анахронизм: керосиновая лампа была изобретена где-то через восемьдесят лет после пугачевского восстания, а именно в 1853 году, поляком Игнатием Лукасевичем. Читателю, увлеченному неожиданной и волнующей образностью есенинского стиха, трудно уловить эту хронологическую неточность. а если кто и уловит ее, вряд ли станет упрекать поэта: художественная литература, следуя своим законам, допускала и не такие перестановки исторических фактов.

Интересно другое.

Ведь во время пребывания поэта там, в стране «нефть-фонтанов», были живы старожилы, еще помнившие примитивные ямы-колодцы, полные «каменного масла», ведра-черпаки, кожаные бурдюки, в которых на скрипучих арбах перевозили нефть от места добычи до места переработки. Эти старики могли рассказать, как в шестидесятых годах, когда люди, пораженные невиданной до того осветительной способностью керосиновой лампы, дешевизной и простотой ее в употреблении, стали сплошь переходить на этот новый способ освещения, начался настоящий нефтяной бум: возле Баку возникали нефтеперегонные заводы, как грибы после

дождя. Они, наверное, помнили и то, как вскоре, а именно в конце 1874 года и начале 1875 года, вдруг внезапно упали цены на керосин, вчерашние нефтяные короли, взошедшие на масляные троны за счет необыкновенных барышей, один за другим закрывали заводы и превращались в банкротов. Прошло некоторое время, пока русское керосиновое дело оправилось от этого шока и заняло выдающееся место в мировом производстве этого природного жидкого горючего. Но об этом чуть позже. Здесь же скажем, что этот первый нефтяной кризис произошел через сто лет после пугачевского восстания. Эта цифра 100, конечно, не имеет никакого отношения к истории нефтяных промыслов, однако случайный образ, оброненный поэтом, заставляет назвать ее, т. к. эта цифра сто встретится нам еще раз.

В Баку друзья посвящали поэта в «стихию промыслов» нефти, он был «полон дум об индустриальной мощи» своей Родины. И, может быть, рассказывали ему о том, какую выдающуюся роль сыграл великий русский химик Д. И. Менделеев в развитии нефтяной промышленности России, сосредоточенной в то время почти исключительно на маленьком Апшеронском полуострове. А может быть, и не рассказывали, и не могли рассказывать, потому что в те ранние послеоктябрьские годы надо было для этого обладать особой осведомленностью, так как до революции имя Менделеева здесь всячески замалчивалось: уж слишком много пришлось потерпеть нефтяным богачам от строптивого нрава ученого, не знавшего компромиссов и отклонений, когда дело касалось интересов промышленно-технического процветания отечества; к тому же никак не умевшего скрыть, как претит ему жизненное кредо толстосумов, ярко выраженное в словах Салтыкова-Щедрина: «жрать!!! ...Жрать во что бы то ни стало, ценою чего бы то ни было!...»

Между тем, роль Д. И. Менделеева в развитии русского нефтяного дела поучительна.

Русский промышленник Кокорев имел небольшой завод по получению керосина в Сураханах возле Баку. Завод приносил хозяину одни убытки, в особенности после того, как в Россию в начале шестидесятых годов стали ввозить дешевый керосин из Америки. В 1863 году Кокорев пригласил Д. И. Менделеева на свой завод, чтобы выслушать советы ученого, как сделать нефтеперегонное дело рентабельным.

Д. И. Менделеев как личность обладал одной особенностью: у него не было второстепенных дел, во все, за что бы он ни брался, он вникал со скрупулезной дотошностью, вкладывая

всю страсть своей беспокойной натуры. Когда Кокорев попросил молодого ученого оказать помощь, он только что написал и выпустил высокооцененный научной общественностью первый учебник по органической химии на русском языке, где выдвинул так называемую теорию пределов, легшую в дальнейшем в основу классификации органических соединений; в то же время он продолжал размышлять над многими теоретическими и прикладными проблемами и вплотную подступал к открытию главного детища своей жизни — периодического закона. Предложение промышленника не застало его врасплох. Он был хорошо подготовлен к изучению проблемы.

Д. И. Менделеев приехал, посмотрел и убедился, что хозяин именовал высоким словом завод, есть на самом деле маленькое кустарное дело. Смысл работы «завода» сводился к тому, что в небольшой бак загружалась нефть, а под баком горел газ, подведенный с ближайшей трещины. Любая нефть есть природная смесь различных углеводов, химических соединений, образованных, как гласит само название, соединением атомов углерода с атомами водорода. Смесь эта сложна и неоднородна. Было замечено, что чем проще молекула углеводорода, т. е. чем меньше количество атомов углерода и водорода, она, молекула, объединяет, тем меньшим удельным весом обладает углеводород и тем легче летит. Нефть в природе находится под давлением определенного слоя (пласта) земной коры. Когда же этот пласт дает естественную трещину или просверливается, пробуривается усилиями человека, то сразу же удаляется самая простейшая, самая легкая часть нефти, способная лететь при обычной температуре. Это и есть тот газ, к которому мы теперь привыкли в быту и горение которого, может быть, впервые увидел Д. И. Менделеев на кокоревском «заводе». Собственно, нефтью и называется густая, как правило, черная, маслянистая жидкость, оседавшаяся от летучей при обычных условиях газовой составляющей. Эту густую массу можно, нагревая, разогнать по фракциям. Часть нефти, выкипающая до $200\text{--}210^\circ\text{C}$, — это то, что теперь называем бензином. Керосиновая фракция выкипает между температурами от 200 до 300°C .

В Д. И. Менделееве, родившемся в Тобольске и выросшем в Сибири, наряду с выдающимся научным кругозором, крепко сидели деловая жилка и практическая сметка землепроходцев-сибиряков, шедшие в основном по материнской линии. Он сразу же подсказал купцу меры для удешевления керосина. Первое, что необходимо сделать и что не требует особых хлопот, — это заставить перегонный бак работать непрерывно,

для этого стоит иметь отверстие у дна бака с отводящей трубкой, в этом случае не потребуется периодически тушить топку, остужать бак и вручную выгребать со дна его остаток нефти: густая фракция сама будет вытекать из этого отверстия. Остается только по мере выкипания подавать (тоже непрерывно) в бак сырую нефть и также непрерывно вычерпывать остуженный, сконденсированный керосин. Нужно считать все фракции нефти полезными: бензин пока хотя бы как топливо, густые остатки найдут сбыт, как прекрасные смазочные масла. Эта часть предложений Д. И. Менделеева не требовала от хозяина никаких материальных издержек, но упрощала, делала несравненно производительней процесс перегонки и сразу удешевляла продукцию. Но Д. И. Менделеев шел дальше. Нефть от промысла следует возить не в бурдюках на арбах, а протянуть трубу, по которой это природное жидкое масло будет течь непрерывно и без хлопот. Такую же трубу проложить для керосина — от завода до пристани. Заменить быстродырявящиеся, ненадежные и к тому же дорогие из-за отсутствия вблизи леса деревянные бочки, в которых переправляется керосин в Россию, на металлические, по морю же возить в специальных цельнометаллических баржах (это, как можно заметить, прообраз теперешних танкеров). Правда, на это потребуются некоторые капиталовложения, русскому купцу придется приоткрыть свою мощну, но зато стоимость керосина снизится многократно.

Эти советы и предложения, потом не раз настойчиво повторенные ученым в деловых кругах Петербурга, в Русском техническом обществе, на публичных лекциях, были взяты нефтяными дельцами на вооружение и чрезвычайно способствовали техническому переоборудованию и переоснащению только-только начинавшей развиваться нефтяной промышленности. «Меня с тех пор стали слушать в этих делах», — не без гордости говорил позднее Д. И. Менделеев. Казалось бы, этого достаточно для удовлетворения научного и личного самолюбия ученого. Мало того, владельцы нефтяных предприятий, видя сколь выгодно иметь в компании столь сведущего и зоркого специалиста, добивались его постоянного сотрудничества, предлагая невиданно крупные вознаграждения. Между тем, ученый активно помогал налаживать нефтяное дело Кокореву, Рагозину, Нобелю и многим другим, очень мало думал о личных интересах и материальных выгодах: он начисто отказался от прямого участия в их предприятиях; при этом он, конечно, еще менее думал об умножении богатств этих людей. Его мучило и жгло одно — быстрое промыш-

ленное развитие своей Родины и усиление ее технической, индустриальной мощи. И в быстром налаживании, расширении и распространении нефтяного производства он видел одну из решающих ключевых сторон промышленного прогресса России, ибо перед мыслящим взором ученого, видевшего дальше, больше и яснее других, проходила не одна только керосиновая лампа, вокруг которой жадно толпились, снимая с ее пламени громадные барыши, алчные капиталисты, а четко проплывали разнообразнейшие моторы, с помощью которых движутся по земле, по воде, по воздуху самоходы; бесшумно совершали назначенные движения бесчисленные большие и малые механизмы, смазанные в трущихся частях нефтяными маслами; мелькали этикетки бессчетного множества произведений химии из нефти, улучшающие, облегчающие, прощающие жизнь человека.

И, когда Д. И. Менделеев взглянул на дело с этой точки зрения, представилась безотрадная картина. Оказалось, что царское правительство буквально душило нефтяные промыслы, прямо способствуя выгодному ввозу керосина из-за океана. Этого правительство достигало с помощью системы обложения налогами, которая называлась откупом: нефтеносные земли числились за государством и сдавались промышленникам за определенную плату временно, на четыре года, по истечении которых могли быть отобраны. Естественно, что промышленник, не будучи твердо уверен в будущем своего предприятия, не столько развивал его, сколько старался за короткое время выкачать то, что выкачивается легко, с тем, чтобы потом без сожаления оставить промысел. Д. И. Менделеев со всей присущей ему страстью стал во главе борьбы против системы откупов в нефтяном деле. Борьба увенчалась успехом: система откупов была заменена так называемым акуизом — налогом с каждого пуда произведенного керосина. Нефтяное дело вздохнуло свободно и стало быстро развиваться, пока не обрушился на него в 1875 году упомянутый выше нефтяной кризис.

Естественно, что Д. И. Менделеев тяжело переживал расстройство, постигшее нефтяную промышленность России, зарождению и развитию которого им приложено было столько сил и энергии. Он понимал, что причиной кризиса было резкое подешевление бакинского керосина; последний же подешевел потому, что незадолго до этого подешевел керосин американский. Можно было предполагать, что там, за океаном, придумали такие технические новшества, которые позволили лучше, полнее использовать нефть, а главное — быстро

и легко отгонять керосин. В этих новшествах никто, кроме Д. И. Менделеева, не мог бы полнее и дотошнее разобраться. Вот почему был командирован для этой цели именно Д. И. Менделеев.

Каково же было удивление ученого, когда после первых же дней знакомства с нефтяными промыслами и предприятиями Пенсильвании он убедился, что никаких технических новшеств, неизвестных в России, американцы не применяют, что все дело сводится к лихорадочным поискам и нахождению месторождений, где нефть была бы ближе к поверхности и легко добывалась, а затем к хищнической их эксплуатации. Кризис же был связан именно с открытием и использованием нескольких таких месторождений, которое к тому же совпало с отменой правительственных налогов на производство керосина. Наводнение рынка дешевым керосином из вновь открытых месторождений и привело к разорению многочисленных владельцев предприятий, где по условиям добычи керосин не мог получаться так дешево. Началось это в Америке, а потом, к 1875 году, перекинулось в Россию.

Вернувшись из Америки, Д. И. Менделеев ратовал не только за восстановление нефтяной промышленности, но и за такое развитие, которое дало бы возможность России выйти на первое место в мире. Когда беспокоящий Д. И. Менделеев обратился к министру финансов за содействием, убеждая его в великом будущем русского керосина и русской нефти, тот оскорбительно воскликнул: «Да что вы, батенька! Мечтания это все, профессорские мечтания!» Д. И. Менделеев был уверен в обратном. Он считал, что для того, чтобы его мечтания имели реальную почву, необходимо прежде всего снять акуиз с керосина; а саму нефть перерабатывать не только на керосин, но и на смазочные масла, которые во многих случаях могут оказаться более ценными, чем керосин. Мало того, ученый на одном из заводов экспериментально демонстрирует полное использование мазутной части нефти: русские смазочные масла, полученные на этом заводе, показывали себя лучше американских. Под давлением технической и научной общественности, во главе которой стоял Д. И. Менделеев, акуиз вскоре был отменен, а нефтяные предприятия стали переходить к более полному использованию всех составляющих нефти. И уже в 1880 году Д. И. Менделеев мог писать: «Наши общие упования на то, что с развитием свободы дело будет развиваться, поглядите как оправдалось здесь на деле! Вместо 40 (1876) теперь (1880) здесь около 350 буровых колодцев; вместо бочек уже начали многие отправлять суда,

прямо наливая их нефтью; родился перевозочный флот; вместо арб и бурдюков, которыми велась доставка с промыслов к заводу и порту, теперь трубы и вагоны; ... вместо зависимости от иностранных техников выработали свои отличные и выгодные приемы бурения; вместо сжигания остатков в поле ввели или вводят их переработку на смазочные масла; топка остатками введена на Волге и Каспии и т. п. Корень дела здоров и крепок».

Д. И. Менделеев был доволен расцветом нефтяной промышленности России не только потому, что властимущими было пренебрежительно названо «профессорскими мечтаниями», но и потому, что он сам сыграл в этом расцвете выдающуюся роль. Деятельность Д. И. Менделеева в этом направлении была очень по нутру нефтяным дельцам, имевшим в лице ученого не только совершенно бескорыстного и авторитетного союзника, но и очень тонкого, безошибочного советчика. Они могли за это как-то стерпеть и простить Д. И. Менделееву его громогласные суждения об «уродливых барышах», связанных с хищническим истреблением нефтяных богатств; но ученый стал совершенно нетерпимым, когда дело коснулось принципиальных и далеко идущих соображений о дальнейшем пути развития нефтяного дела в России.

Изучив нефтяные предприятия Баку, Д. И. Менделеев приходил к выводу, что исключительное сосредоточение всей нефтяной промышленности России на маленьком Апшеронском полуострове и на Северном Кавказе выгодно владельцам керосиновых предприятий, но совершенно невыгодно России, ибо это вовсе не способствует общему техническому прогрессу во всей стране, удешевлению и доступности для всех слоев населения нефтяных продуктов. Он полагал, что большая часть нефти должна вывозиться в наливных баржах и перерабатываться в верховьях Волги, в средней полосе России. Техническое и экономическое обоснование этому ученый дал в изданной в 1881 году брошюре «Где строить нефтяные заводы». Именно этим своим предложением великий ученый привел в ярость нефтяных воротил, в частности, Людвиг Нобеля (брата Альфреда Нобеля, основателя фонда Нобелевских премий), который к этому времени успел прибрать к рукам большую часть нефтяных месторождений и предприятий на берегах Каспия. Вывоз сырой нефти из-под Баку, возникновение нефтеперерабатывающих предприятий в местах потребления упрощало сбыт продукции и грозило разрушением Нобелевской монополии на нефть. Дельцы, возглавляемые Нобелем, привыкшие все оценивать на чистоган, после неудачных попыток купить молчание профессора об-

рушились на Д. И. Менделеева со всякого рода инсинуациями. Великий ученый знал жизнь и не ожидал каких-либо благородных порывов от владельцев капитала там, где дело касалось их меркантильных интересов, и в поднятом против него несправедливом шуме его утешало и поддерживало то, что российское нефтяное дело в соответствии с его мечтаниями выходило на первое место в мире.

До нефтяного кризиса в ста бакинских нефтеперерабатывающих заводах производилось пять миллионов пудов керосина против семидесяти миллионов пудов, производившихся в Америке. Во время кризиса девяносто шесть из ста были закрыты. И, поднявшись с этого почти нуля, за каких-то двадцать с небольшим лет российское нефтяное дело вышло на первое место в мире: в 1901 году Россия выдавала 11,9 млн. тонн, что составляло 51% от всей добытой нефти, а русский керосин и русские смазочные масла были лучшими в мире.

.

«Я думаю, что в конце нашего века за остатки природных углеводородов будет вестись жесточайшая борьба. Хорошо, что у нас в стране есть запасы, создающие страховку на этот сложный период топливной неадекватности».

Академик А. П. Александров.

Сопоставление событий, далеко отстоящих друг от друга во времени, вряд ли правомерно, однако иногда такие параллели поражают воображение. Недаром, по свидетельству К. Маркса, Гегель где-то отмечает, что все всемирно-исторические события и личности появляются, так сказать, дважды. Капиталистический мир ныне находится в тисках так называемого энергетического кризиса. Хотя этот кризис и не всегда называют нефтяным, но известно, что он связан с мировым производством и потреблением нефти. Он, этот кризис, начался ровно через сто лет после начала первого нефтяного кризиса, и наиболее поразил, как и в том случае, цитадель капиталистического мира — Соединенные Штаты Америки.

Помню, как знакомый аксакал радовался веку техники. Почему-то его восторги относились не к воздушным лайнерам, не к космическим кораблям, ни к другим ярчайшим достижениям века НТР, а к той соляровой топке, которую соорудил его сын для отопления их дома: из бака, наполненного маслом на всю зиму, небольшой струей, чуть разбрызгиваясь, текло это масло, сгорая ярким пламенем и гоня воду из котла во все комнаты. «Как это Аллах меня, жалкого и преданного раба своего, не мог надоумить на такое устройство, а вот сына-безбожника надоумил! Я же всю жизнь возился с этими дровами, сколько их перерубил, переколол, легкие надорвал, дуя на неразгоравшиеся лучины, а потом перешел на этот грязный, вонючий, черный, маркий уголь и все Аллаха благодарил! Смотрите: ведро этого земляного жира, чуть более текучего, чем конское сало, дает, наверное, столько же тепла, сколько воз дров!»

Старик говорил восторженно и не без преувеличений, однако главное он заметил: нефть — горючее, очень удобное для употребления, он в силу жидкотекучести легко транспортируется, по той же причине занимает наивозможно малый объем на единицу веса, и обладает среди всех природных горючих наибольшей теплотворной способностью, напри-

мер, нефть дает в 1,5—3,0 раза больше тепла, чем, скажем, то же весовое количество угля, не говоря уже о дровах. Можно представить, какие выгоды дает нефть как энергетическое сырье, при теперешних громадных масштабах энергопотребления! Капиталистический мир не был бы капиталистическим, если бы его не прельстили эти выгоды: потому-то он в послевоенные годы торопливо и лихорадочно стал сжигать нефть в энергетических топках.

Приведем некоторые цифры. Они лучше всего укажут на истоки энергетического кризиса. Доля нефти в общем потреблении энергоресурсов была в 1900 г. — 3%, перед первой мировой войной — 5%, накануне Второй мировой войны — 17,5%, в 1950 г. — 24%, в 1972 г. — 41,5%. Но здесь надо отметить одну особенность: развитые капиталистические страны переходили на нефть в энергопотреблении с большей жадностью: в том же 1972 г. в США эта доля составляла 46%, в странах Европейского экономического сообщества — свыше 60%, а в Японии — 70%. Общее потребление энергии на душу населения в мире возросло с 1950 г. по 1978 г. примерно в два раза, а нефти за тот же период — в 3,35 раза. До 1973 года всего в мире было добыто 41 млрд. тонн нефти. Из них почти половина была добыта за 1965—73 гг. К 1981 году в мире было добыто 47 млрд. тонн нефти, из них 22,2 млрд. тонн за последние десять лет (1971—1980).

В этом крутом скачке нефтепотребления в капиталистических странах есть одна особенность, предопределившая теперешние экономические потрясения в Западной Европе и Америке. Дело в том, что рост нефтепотребления происходил не за счет внутренних ресурсов капиталистических стран, а за счет импорта, за счет привозной нефти. США, например, ввозят теперь почти половину потребляемой ими нефти, Англия — две трети, а такие страны, как ФРГ, Франция, Италия и Япония, почти полностью живут на привозной нефти. Такое неравновесие установилось потому, что международная нефтяная картель, возглавляемая нефтяными трестами и монополиями США, стала выкачивать дешевую нефть из богатейших месторождений Ближнего Востока и Южной Америки и лихорадочно вывозить в развитые капиталистические страны, снося и выкидывая топки, приспособленные к твердому горючему, и заменяя их нефтяными. И выкачивали до тех пор, пока правительства развивающихся стран под давлением прогрессивных сил не увидели, как их отечественными нефтяными богатствами безраздельно распоряжаются страны-импортеры, в особенности США, как империалисты открыто, на виду всего мира подвергают их беззастенчивому грабежу. Такое про-

буждение национального самосознания в нефтедобывающих странах было одним из результатов всеобщего национально-освободительного движения и привело к созданию Организации стран-экспортеров нефти, которая решила, что единственным эффективным способом борьбы против этого грабежа есть повышение цен на нефть: в начале семидесятых годов эти цены были подняты в четыре раза, а с 1972 г. по 1980 г. — почти в восемь раз. Это основательно потрясло капиталистический мир: разразился энергетический кризис, в тисках которого он и продолжает находиться.

Первые нефтяные скважины промышленного значения были пробурены в США в конце пятидесятых годов прошлого столетия. С этого времени отсчитывается короткий период первого нефтяного бума, который драматически оборвался через десять с небольшим лет во время кризиса в первой половине семидесятых годов.

Бум, предшествовавший нынешнему кризису, тоже не был длительным, но несколько долее, около двадцати с лишним лет, примерно с 1950 года по начало семидесятых годов; но зато он оказался пограндиознее по масштабам. Если к началу того первого энергетического нефтяного кризиса в мире извлекалось где-то около 80 млн. пудов нефти, то через сто лет, к 1972 г., извлекалось 2800 млн. тонн — в две тысячи сто раз больше.

Выше было упомянуто, с какой горечью Д. И. Менделеев описывал химические способы эксплуатации энергетических богатств своих народов американскими и русскими капиталистами, когда они, быстро отогнав керосин, т. е. всего десятую, редко пятую часть нефти в виде керосина, остальную массу безжалостно уничтожали, часто не используя даже как топливо. Это было в начальную пору расцвета нефтяного дела, до первого кризиса. Природа капитализма с тех пор не изменилась. Барыши их не стали менее уродливыми. Наоборот, капиталистические страны с еще большей жадностью, с еще большей расточительностью сжигали и сжигают нефть только лишь потому, что отсталые и зависимые страны в силу исторических условий вынуждены были отдавать им свои месторождения на разграбление. Опомнившись, они лишь в последние десять лет, когда после целого ряда шантажей, провокаций и угроз (продолжающихся, кстати, и ныне) убедились, что дешевый, почти даровой нефти приходится конец. И, когда на скважины, из которых выливалась бесконечным потоком нефть, был повешен хозяйский замок, заморские гости вынуждены были приняться за подсчет. И тут вышло по пословице: пировали-веселились, подсчитали—прослезились.

Внезапное вздорожание нефти для развития капиталистических стран было, конечно, бедой: бедой вполне заслуженной. Но беда, даже заслуженная, как известно, одна не ходит. Ведь промышленность этих стран была приспособлена на дешевую нефть, и в лихорадочной погоне за прибылями и сверхприбылями никто не думал об использовании своих внутренних возможностей и ресурсов; невиданно громадные мощности промышленных и энергетических установок, базирующиеся на нефтепродуктах, получили безостановочную и страшную инерцию и для своей бесперебойной работы требовали нефти и нефти. И беды, следующие за вздорожанием нефти, заключались в том, что в большинстве развитых капиталистических стран, как было сказано выше, нет собственной нефти, а замена последней, например, на уголь, от которого повально отказались, требует громадных капиталовложений, как на развитие добычи этого почти заброшенного полезного ископаемого, так и на приспособление топок и установок под это горючее. Если нефтяной кризис, который охватил мир во времена Д. И. Менделеева, был лишь эпизодом, может быть, занятным, но эпизодом в истории промышленного развития Европы и Америки, то нынешний энергетический кризис потряс страны капитала до основания, раскрыв сплошные язвы, прикрывавшие в течение двух десятков лет дешевой награвленной нефтью.

Пока капиталисты высасывали подземное масло в нефтеналивные суда-танкеры, вмещающие враз десятки и даже сотни тысяч тонн, и вывозили в свои страны, природные глубины, наполненные нефтью, казались бездонными и неисчерпаемыми. Недальновидных людей приводил в невинный восторг тот факт, что в послевоенные годы мировая добыча нефти удваивалась через каждые десять лет. В 1950 году она составляла 550 млн. тонн, 1960 г. — свыше 1 млрд. тонн, в 1970 г. — свыше 2 млрд. тонн, а в 1973 году превысила 2,8 млрд. тонн. Энергетический кризис приостановил такой уродливый рост добычи и потребления нефти; добыча ее теперь находится, по-видимому, где-то приблизительно в пределах 3 млрд. тонн в год с несравнимо малой, чем прежде, тенденцией к увеличению. И, нужно сказать, прогрессивные силы вовремя приостановили столь хищническое уничтожение одного из важных видов природных богатств земного шара, ибо теперь доподлинно подсчитано, что мировые запасы рентабельно добываемой нефти составляют приблизительно около 100 млрд. тонн и хватит их при теперешних темпах добычи всего на каких-то 30-40 лет. Последнее обстоятельство не может не

тревожить тех, кто думает не только о сегодняшнем дне, но и о завтрашнем дне человечества.

А тревожиться есть из-за чего. Ныне из всей добытой нефти примерно до 20-25% употребляется в химической промышленности для производства полимерных материалов, волокон, разнообразных химических веществ и др.; до 40—45% расходуется на транспорт; до 15—25% сжигается с целью получения тепловой и электрической энергии; и до 20-25% используется в прочих сферах хозяйства, в частности для удовлетворения коммунальных и бытовых нужд. Стоит попробовать представить себе, как будет выглядеть мир через каких-то 30-40 лет, т. е. еще при жизни большинства ныне здравствующих людей, если будет продолжаться, даже, скажем, не увеличивая темпы, расходоваться природная нефть на эти установившиеся нужды промышленности, хозяйства и техники.

Может быть, не в один день, может быть, постепенно стали бы останавливаться химические заводы, все менее раздавались гудки автомобилей, все реже летали самолеты, электростанции давали бы все меньше энергии, холоднее становилось бы в квартирах и т. д. и т. д. Может ли человечество допустить это? Нет, не может допустить. И поэтому оно тревожится и думает над тем, как выйти из положения, в которое ввела его безудержная стихия капиталистической наживы.

Положение трудное, но безнадёжное. Во-первых, по-видимому, надо многократно повторить ту фразу, которую мы вспоминаем, как анекдот, связанный с раздражительным нравом ученого, немало не думая над тем, что потомки не склонны оставлять в памяти случайное и нехарактерное для жизни и деятельности гения. Имеются в виду слова Д. И. Менделеева, которые он произнес в сердцах в пылу полемики с Нобелем и другими по поводу использования нефтяных продуктов: «Нефть — не топливо, можно топить и ассигнациями!» Следовательно, пора перестать жечь ассигнации, пора перестать сжигать нефть и нефтепродукты в топках электростанций, местных котельных и т. д. Этим путем, по-видимому, удастся сберечь до 20-30%, а может быть, и до 40% расходуемой нефти. Речь идет о том, что те теплоэнергетические установки, которые ныне работают на нефтепродуктах, должны быть переведены на другие виды топлива. Энергия воды, ветра и солнца, как убеждает практика, не может играть решающую роль в общем энергобалансе. Решающую роль, по-видимому, будет в будущем играть атомная энергия. Однако в ближайшей перспективе эти виды энергии, включая и атомную, займут, как полагают, не более 20% в общем энергопотребле-

нии. Тогда остальные восемьдесят процентов будут отведены всем знакомому углю. Следовательно, в обозримом будущем уголь останется энергетическим источником. И не только энергетическим... Но об этом чуть позже.

Громадное количество, как мы видели выше, высококачественных, улучшенных по последнему слову техники нефтяных продуктов расходуется в моторах. Ныне есть много предложений, предполагающих замену нефтепродуктов, приводящих в движение моторы, электроэнергией (постоянным током), спиртами, получающимися при переработке органических отходов, газами (в частности, водородом). По-видимому, в дальней перспективе эти виды энергии и энергоносителей будут широко использованы в транспорте, однако человечество создало такой мощный транспортный парк, приспособленный к бензину, керосину и другим чистейшим, рафинированным видам составляющих нефти, что было бы опрометчиво полагать, что инерция этого громадного, крепко установившегося транспортного потенциала будет враз преодолена. Следовательно, здесь нефтяные продукты еще долго будут играть свою роль.

И, наконец, химическая промышленность, по-видимому, не только не сможет уменьшить свои потребности в нефтяных продуктах, но, по всей вероятности, будет даже увеличивать.

Следовательно, жизнь подводит человечество к тому, чтобы оно, наряду с более рациональным, рачительным использованием имеющихся запасов нефти, нашло добротный, надежный заменитель этого природного органического горючего. И этот заменитель, как мы увидим далее, оно может найти.

«Генерирование энергии в нужных формах, разведка и добыча для этого природных энергоресурсов и система преобразования энергии в нужную для потребления ее форму требует более 50% всего бюджета страны».

Академик А. П. Александров.

Во Вторую мировую войну фашистская Германия, окруженная со всех сторон, продолжала сопротивляться объединенным силам союзников: огрызались ее танковые корпуса, действовали моторизованные соединения, по-прежнему наводила ужас на Лондон и другие города Англии ее бомбардировочная авиация. Словом, фашисты действовали так, как будто не их страна отрезана, от источников нефти, как будто случилось чудо, и ничтожного значения нефтяные месторождения возле Мюнхена разверзлись и стали давать столько нефти, сколько нужно было для обеспечения гитлеровской военной машины. Никакого чуда не было. Специалисты хорошо знали, что немцы питают свои моторы жидким топливом, полученным искусственно из бурого угля, которым богата Германия. По некоторым данным, во время войны (в особенности после того, как фашистская военщина откатывалась к своим границам после сокрушительного контрнаступления Советской Армии немцы покрывали за счет искусственного жидкого топлива до 75% потребностей в нефти, и почти полностью — в авиабензине.

До войны развитые капиталистические страны не считали, что потребности в нефти можно обеспечить за счет импорта. И поэтому проводились интенсивные исследования по получению искусственной нефти из угля. Возникла промышленность искусственного жидкого топлива; в 1940—43 гг. годовой объем производства последнего достиг примерно 7—8 млн. тонн. Это составляло примерно 2% всей мировой добычи нефти тех лет. Заводы по искусственному жидкому топливу строились в Германии, Японии, Италии, Англии, Франции и др., т. е. в тех странах, где не было или почти не было собственных нефтяных месторождений. По некоторым данным, в мире в то время действовало 48 заводов, из них более половины работало в Германии, выделяя более двух третей мирового производства искусственных нефтяных продуктов.

В послевоенные годы предприятия по переработке угля на искусственные нефтепродукты были закрыты, исследовательские работы свернуты — нефть, извлекаемая из недр Земли

обходилась почти в 3 раза дешевле искусственной и, казалось, даже некоторой издержкой предвоенное увлечение процессом получения нефтепродуктов, неожиданно сыгравшее наруку фашистской Германии. Крупные месторождения нефти, открытые на Ближнем Востоке, в странах Персидского залива и других районах земного шара, создали обманчивую веру в неисчерпаемость нефтяных кладовых земли. Да к тому же капиталистический мир, будучи в своей стихии, и не думал помышлять о последствиях: дешевая нефть была на руках. Вот почему примерно на четверть столетия развернувшееся прогрессивное дело получения нефти и нефтяных продуктов из угля было забыто, пока разразившийся энергетический кризис не заставил вспомнить о нем, не заставил встряхнуть залежавшиеся архивы, изучать почти заново то, что было когда-то изучено поколением ученых того времени и не передано из рук в руки: пришлось восстанавливать устаревшие схемы и конструкции аппаратов с тем, чтобы учесть их достоинства и недостатки и привести к уровню теперешних достижений науки и техники.

Ниже в связи с удорожанием привозной нефти во всех развитых капиталистических странах ведутся интенсивные исследования технических приемов, которые бы позволили получать искусственные нефтепродукты из углей по стоимости же дороже рыночной стоимости нефтепродуктов из природной нефти. В США, например, осуществляется программа «Синтетическое топливо», стоящая 5,3 млрд. долларов. Крупные капиталы вкладываются в это дело в ФРГ, Японии, Англии и других странах. Уже работают крупные полупромышленные установки, полностью или частично моделирующие процесс производства синтетического топлива. По-видимому, недалеко то время, когда искусственное жидкое топливо займет прочное, прогрессирующее прочное место в экономике развитых стран, что, естественно, не исключит, а укрепит и сделает более надежным и длительным период добычи и использования природной нефти.

Из изложенного становится ясным, что человечеству, по всей вероятности, не избежать получения и потребления искусственных нефтепродуктов из углей. Если это так, то следует рассказать и о том, какие перспективы предполагает использование угля для этой цели и как осуществляется сам процесс получения жидких топлив из твердых.

Надежды на уголь, как на спасенье в связи с наступающим нефтяным голодом, связаны с тем, что запасов этого природного горючего приблизительно в 20 раз больше, чем угля, если сопоставлять эти запасы не в обычных весовых количе-

ствах, а в пересчете на энергию, аккумулированную в них. Допустим, что использование энергетических ресурсов на земном шаре сохранится на теперешнем уровне. В этом случае можно рассчитывать, что всем известный, добрый, старый уголь прослужит на благо человечеству еще 400—500 лет; но даже при росте энергетических потребностей, при замене углем природной нефти в промышленности органического синтеза, можно надеяться, что человек имеет впереди не менее, чем две или три сотни лет для того, чтобы обдумать и принять меры против будущего угольного голода.

Как же все-таки получают искусственная нефть и жидкие нефтепродукты из угля? Основой этих процессов являются простые химические реакции, однако они нелегки в осуществлении потому что, во-первых, человек, проводя эти реакции, искусственно, идет против того, что создавала, скапливала и стабилизировала природа в течение миллионов лет, во-вторых, каждая главная и простая реакция, через которую достигается цель, сопровождается множеством сопутствующих и мешающих из-за того, что природа не создает вещества в чистом виде. Но не будем говорить подробно о сложностях, важно уловить принцип.

Мы привыкли, по-видимому, в быту отождествлять уголь и углерод. В этом отождествлении есть некоторая доля правды. Например, древесный уголь, с которым человек широко имел дело еще совсем недавно, пожалуй, очень близок по составу к углероду, если исключить содержащуюся в нем золу, которая остается после сгорания и называется неорганической частью. Графит и алмаз, которые существуют в природе и промышленно извлекаются, — это тоже чистый углерод или почти чистый углерод, т. е. тот элемент, который занимает шестое место в таблице Д. И. Менделеева и имеет атомный вес 12.

А вот о природных углях, каменных, бурых, о сланцах этого не скажешь. Химически это было бы просто неграмотно. Они, конечно, содержат углерод в качестве главного составляющего, но истинный химик последнее мог бы и оспорить. Он может сказать, что, несмотря на то, что в углях, если исключить золу, содержится до 90% и выше процентов углерода, однако это вовсе не означает, что углерод является главной составляющей; с таким же правом на положение главного составляющего в углях может претендовать и водород — первый элемент в таблице Д. И. Менделеева. Дело в том, что природные угли в своей основе — это химические соединения углерода с водородом — углеводороды. В углеводородах

углей соотношение количества атомов к количеству атомов водорода оценивается приблизительно как 1:1. Неважно, что по весу углерода намного больше, чем водорода, это связано просто с тем, что атомный вес углерода 12, а водорода — 1. Атомы углерода и водорода, соединенные химическими связями, образуют очень крупные, малоподвижные молекулярные структуры, в состав которых частично могут входить кислород, азот, сера и другие элементы. Углеводороды являются органическими соединениями, и поэтому угли, состоящие в основном из углеводородов, и называются органическими горючими или органическим топливом.

Нефть тоже природное органическое горючее, следовательно, тоже состоит из углеводородов, вернее даже в большей степени состоит из углеводородов, чем угли. Но в отличие от углей, это — жидкое органическое горючее. В нефти, в среднем соотношение количества атомов углерода к количеству атомов водорода 1:2, т. е. в нефтяных углеводородах на один атом углерода приходится два атома водорода. Вот почему нефть жидкотекуча и легче превращается в пар. Эти свойства нефти связаны с тем, что, чем больше в углеводороде водорода, тем мельче, тем они подвижнее и легче расстаются друг с другом.

Сразу же возникает догадка: а нельзя ли изыскать такой прием или такой процесс, который перераспределил водород в угле таким образом, чтобы часть, насыщенная собственным водородом, ожилась, а другая, обедневшая, отощавшая по водороду часть, имела бы свойства, скажем, древесного угля, который в основном состоит из элементарного углерода? Человечество часто оказывалось в положении Журдена, который лишь в сорок лет сообразил, что говорит прозой. Особые спекающиеся сорта угля применялись для получения кокса, необходимого для выплавки чугуна в домнах, еще в первой половине 18 века. Хотя было известно, что при прокаливании без доступа воздуха при 900—1000° С (это и есть коксование) уголь уменьшается в весе не менее чем на 20%, на ценность улетающих составляющих угля было обращено внимание лишь сто с небольшим лет назад. Причем оказалось, что водород почти полностью переходит в эту летучую часть угля, чем и объясняется образование коксового газа, а также продуктов нефтяного характера — смолы и сырого бензола. За эти сто лет использование летучих составляющих угля при коксовании получило такое развитие, что они перерабатываются с помощью сложнейшей технологии на сотни продуктов, начиная, например, с удобрений и смазочных масел, и кончая ме-

дицинскими препаратами. Однако надеяться на то, что жидкие и газообразные продукты коксования с их традиционными, установившимися областями применения смогут заменить в значительной мере продукты из природной нефти в общем энергетическом и химико-технологическом балансе весьма затруднительно. Надо иметь в виду и то, что при коксовании часть углеводородов разлагается нацело, и большая часть водорода переходит в головную фазу в свободном состоянии, лишаясь химических связей с углеродом. Вот почему при коксовании образуется слишком мало жидких углеводородов, в частности смолы (не более 3-4) и бензола (до 1). Правда, при прокаливании углей при более низких температурах жидких углеводородов может получиться несколько больше, однако расчеты показывают, что и эти процессы и в силу все же сравнительно малой доли перехода угля в жидкие углеводороды, и в силу самой природы получающихся продуктов, требующих много усилий для облагораживания и приведения в состояние, годное для употребления, не могут играть желаемую роль в производстве искусственного жидкого топлива.

Из изложенного вытекает, что когда ныне говорят об ожигении углей (а это теперь модная тема), то речь идет о превращении всей или подавляюще большей части органической массы угля в жидкие нефтепродукты. Есть два пути к этому.

Первый путь сводится к тому, чтобы, приспособясь к природе самого угля, оживить, омолодить, сделать гибче, подвижнее закоченевшее, закостеневшее от неподвижности каменное тело углей. Для этого необходимо в это тело химически ввести, внедрить водород, по возможности равномерно растворив его. И тогда уголь-природный твердый углеводород разложится на более мелкие молекулы, насыщенные водородом более, чем прежде, и превратится в жидкий углеводород или, как теперь называют, синтетическую нефть.

-) Следовательно, речь идет о том, чтобы насильственно вдавить в тело угля водород. Оказалось, что все не очень просто. Требуется определенная и довольно высокая температура — 400—500° С. Требуется очень высокое давление 500—700 атмосфер. Чтобы вообразить, что это за давление, стоит представить, что на мизерной площади в один квадратный сантиметр стоит столб тела весом более полутонны. Но и этого было мало. Дело в том, что водород в своем обычном газообразном состоянии образует молекулу из двух атомов; и эта молекула настолько устойчива и инертна, что ни высокая температура, ни большое давление не были способны разложить эту индифферентную к химическому взаимодей-

ствию частицу на ее составные части-атомы, становящиеся, будучи сами по себе, будучи, не в составе молекулы, активными. В таких случаях в химии принято вводить в процесс специальные вещества, способствующие возбуждению. активации инертных частиц и называемых катализаторами. Было найдено, что соли железа, никеля, кобальта, некоторых редких металлов облегчают процесс вхождения водорода в тело угля. Но и при этом процесс не пойдет с нужной скоростью, если не проводить его в жидкой среде, если не смешать предварительно молотый уголь с жидкими нефтепродуктами.

Процесс насыщения водородом углей, или наводороживания их получил название гидрогенизации углей, от греческого слова гидроген — водород. Гидрогенизация углей описанным способом была предложена немецким углехимиком Бергиусом в 1912 г. С тех пор он изучается многосторонне и глубоко. Существуют в настоящее время сотни патентов, посвященных улучшению, совершенствованию этого способа получения синтетической нефти из угля. Предложены активные катализаторы, которые позволяют снизить, например, давление до 200 и даже 100 атм... Из 48 приведенных выше заводов половина или почти половина работала по методу гидрогенизации. Нужно сказать, что гидрогенизация, или химическое насыщение водородом в нефтехимии и вообще в промышленности органического синтеза, — процесс распространенный, его применяя для улучшения качества углеводородов, образования и придания им соответствующих свойств.

Можно предвидеть, какие интересные трудности ожидают технолога при промышленном осуществлении процесса гидрогенизации углей. Реакторы, работающие при высоких температурах и под высоким давлением, должны быть изготовлены из термостойких, жаропрочных дорогих сортов сталей, оборудования для компрессирования водорода и насосные установки, и трубопроводы для циркуляции материала должны работать в особо жестких условиях с точки зрения герметичности. Все эти трудности преодолеваются при очень больших капиталовложениях, что связано не только дороговизной материалов, но и дороговизной изготовления из них нужной аппаратуры; а в работе эта аппаратура требует не менее дорогостоящего обслуживания. Кроме того, каждое производство по гидрогенизационному ожижению углей должно иметь специальный передел по производству водорода.

И, тем не менее, считается, что процесс гидрогенизации имеет предпочтительное и довольно надежное будущее. Уже

работают опытные и полупромышленные установки, существуют проекты крупных предприятий, намечается до конца текущего столетия ввести в строй заводы по производству синтетической нефти.

Химия всесильна. Она может, бережно относясь к исходным природным химическим образованиям, оживить, омолодить их, придать им жизненную силу. Это и делается с помощью только что описанного метода гидрогенизации углей. В этом случае и получается так называемая синтетическая нефть, представляющая собою сложнейшую смесь углеводородов, во всех отношениях напоминающую природную нефть. Для того чтобы получить из синтетической нефти керосин, бензин и другие многочисленные нефтепродукты, используемые в народном хозяйстве, с нею, с синтетической нефтью поступают таким же образом, как поступают с природной нефтью на многочисленных нефтеперерабатывающих заводах.

Химия всемогуща. Она может, не считаясь с природой углей и с присутствующими в ней соединениями, нацело разрушить, расчленить, раздробить и превратить его полностью в простейшие газообразные вещества, из которых методами химического синтеза получать нужные углеводороды. Как это делается?

Кто не помнит то время, когда в аулах и селах в послевоенные годы стал входить в обиход в качестве бытового топлива каменный уголь. Топливо это очень плохо горело, пока не научились топить: чтобы усилить горение угля, вызвать большое пламя и жар в пламени, надо было брызгать водой. Удивлению не было конца: вода, которая по установившимся представлениям должна была тушить огонь, почему-то при топке печи каменным углем способствовала горению. С химической точки зрения это объясняется очень просто. Но не будем спешить. Только обратим внимание на то, как непринужденно в ход нашего изложения вошла вода. По истине, по-видимому, без нее, без воды, и ни туда, и ни сюда.

Молекула воды состоит из трех атомов — два атома водорода и один атом кислорода. Эти три атома образуют высокосимметричную (в природе симметрия свидетельствует об устойчивости), прочную структуру, поэтому вода — самое распространенное природное вещество. Много, очень много энергии требуется, чтобы ее, молекулу воды, разложить на составные части — на водород и кислород. Чтобы этого дос-

тичь непосредственно, необходимо нагреть воду до нескольких тысяч градусов. Люди научились разлагать воду косвенно, при более легких условиях. Есть немало способов разложения воды таким косвенным путем, та химическая реакция, которая когда-то удивляла сельских жителей, способствуя горению угля, лежит в основе одного из этих способов. Если раскалить уголь до $900\text{--}1000^{\circ}\text{C}$ (а такая температура в угольных топках легко достигается) и на него брызнуть воду, то вода разложится: углерод угля, отобрав кислород воды, превратится в оксид углерода, называемый в обиходе угарным газом, и освободит водород. Следовательно, при контакте раскаленного угля с водой образуется два газа — оксид углерода и свободный водород, в том свободном водороде находится не только водород воды, но и водород самого угля). Теперь можно понять, почему в сельских печах при добавлении воды лучше горел уголь и быстрее обогревал стенки печи: оксид углерода и водород — два горючих газа, поднимаясь от поверхности угля, сгорали в пространстве над углем, т. е. распространяли выше и шире пламя.

Следовательно, речь идет о том, что при нагревании смеси угля с водой из органической, углеводородной составляющей угля и воды, т. е. из твердого и жидкого веществ в обычных условиях, получаются два сравнительно простых газообразных продукта — оксид углерода и водород. Эту смесь в химической технологии называют синтез-газом, потому что, если этот синтез-газ пропустить при определенной температуре и определенном давлении над катализатором, то из него образуются, синтезируются углеводороды, которые можно подвергнуть дальнейшей переработке с целью придания им необходимых свойств. Этот процесс был предложен через десять лет после патентования Бергиусом способа гидрогенизации углей и по имени авторов называется способом Фишера-Тропша. В пору расцвета производства синтетических углеводородов половина или чуть более половины заводов работали по этому способу. В настоящее время существует большой завод в ЮАР, производящий синтетическое жидкое топливо по методу Фишера-Тропша.

Таким образом, существуют два пути получения нефтепродуктов из углей: путь непосредственной гидрогенизации углей и путь синтеза углеводородов через синтез-газ, полученный разложением воды на угле. Над дальнейшим совершенствованием этих методов и осуществлении их в ближайшее время в современных масштабах ведутся интенсивные работы во всех развитых странах мира.

Какой из этих методов предпочтителен? Трудно сказать. В последнее время появляются соображения о некоторой предпочтительности метода гидрогенизации. Однако категоричных утверждений по этому поводу не имеется, да и вряд ли они будут.

Дело в том, что угли, как природные углеводороды, образуют, как правило, молекулярные структуры кольчатого, замкнутого характера. При гидрогенизации исходные крупные молекулярные агрегаты, хотя и сильно дробятся, расщепляются, но в какой-то мере стремятся сократить образ и подобие. Ввиду этого синтетическая нефть, получающаяся при гидрогенизации, имеет в своем составе большую долю так называемых ароматических углеводородов, придающих, например, бензину особые антидетонационные свойства и к тому же имеющих важное значение при выделении их в качестве индивидуальных веществ. И сама по себе синтетическая нефть имеет такой благодатный состав, что из него можно отбирать самые разнообразные углеводородные соединения для дальнейшей обработки и использования.

При синтезе углеродов по методу Фишера-Тропша получаются углеводороды несравненно более узкого состава, да кроме того, наиболее простого цепочечного, незамкнутого строения. Для производства из этих углеводородов качественного бензина надо их частично ароматизировать, т. е. цепочки замкнуть в кольца. А это нелегкий процесс. Правда, метод Фишера-Тропша хорош тем, что синтез можно вести более направленно, подбирая условия и катализаторы.

Можно полагать, что в будущем оба этих метода получения синтетических жидких продуктов из углей будут дополнять друг друга, возможно, с некоторым преобладанием производства синтетической нефти: уж слишком много построено и работает нефтеперерабатывающих заводов, закрыть которые было бы слишком накладно.

«Получаемый таким путем водород может послужить для замены природного газа, как восстановителя в металлургии в процессе прямого восстановления металла. Он может вытеснить водород, получаемый путем конверсии природного газа для синтеза аммиака. Наконец, водород является эффективным топливом для автономного транспорта, решающим вопросы защиты окружающей среды, так как продуктом сгорания водорода является обычная вода. ...Получение дешевого водорода — одна из важнейших перспектив ядерной энергетики».

Академик А. П. Александров.

Теперь, когда мы привели некоторые сведения из истории промышленного производства и использования нефти, рассказали о двух нефтяных кризисах, связанных с хищнической добычей капиталистическим миром этого наиболее совершенного с точки зрения потребления природного горючего, попытались изложить химические основы проблемы вовлечения углей в производство из них нефтяных продуктов в связи с катастрофическим уменьшением мировых запасов нефти, может быть, как раз настала пора немного порассудить о том, как природа аккумулирует энергию на природных энергоносителях и как человек подбирает, выделяет и использует или мог бы подбирать, выделять и использовать наиболее удобные для него энергоносители.

Когда герой древнегреческой мифологии Прометей решил защитить людей от произвола богов, он похитил у богов огонь и передал его людям. За это, как известно, разгневанный Зевс приковал Прометея к скале и в течение нескольких сотен или даже тысяч лет насылал на героя ежедневно орла, который ему методично расклеивал печень; но печень отрастала снова, и Прометей в страшных мучениях продолжал оставаться живым, пока другой герой мифа Геракл не освободил его. Как видно, ни одному герою добро, сделанное человеку, не доставалось даром. И думается, что у Прометея так легко отрастала расклеванная печень, и он, перенеся страшные мучения, мог дожидаться своего освобождения лишь потому, что этот мифический герой оттуда, с высоты своей скалы, видел, какое великое благодеяние он совершил: вручить в руки

человека огонь — это был единственный верный способ сделать его могуществом, присущим лишь богам, это был единственно верный способ поставить человека вровень с жителями Неба и Олимпа. Так ярко и с такой высшей эмоциональностью оценивалось в художественном воображении людей древнего мира выдающееся событие в истории появления цивилизации, которое «...впервые доставило человеку господство над определенной силой природы и тем окончательно отделило человечество от животного царства». (Маркс К. и Энгельс Ф., соч. 2 изд., т. 20, стр. 117).

Человек для того, чтобы приготовить пищу, дать тепло своему жилищу, вначале использовал то, что было под руками и легко добывалось: растительное топливо. Такой вид топлива от всех других видов топлива отличается тем, что оно, благодаря процессам на Земле, вырастает снова, поэтому говорят, что растительное топливо есть возобновляемое топливо. Последнее преобладало в хозяйственной деятельности человека вплоть до середины прошлого века, пока люди не стали постепенно переходить на уголь и нефть, а еще позднее — на газ. Впрочем, такой переход наметился вовремя: было приостановлено начавшееся страшное опустошение на Земле — вырубка лесных массивов на громадных территориях, прилегающих к местам, где развивались энергоемкие виды промышленного производства. Природа не в силах быстро возобновить запасы ископаемого горючего, и поэтому уголь, нефть и газ относятся к невозобновляемым видам топлива.

История цивилизации есть, по существу, история стремительного роста энерговооруженности человека; есть история удовлетворения бесконечно прогрессирующей жажды ко всем видам энергии, измеряемым в калориях, килограммометрах, лошадиных силах, киловатт-часах и т. д. и т. д. И это ему до сих пор удастся, и будет удаваться и впредь. Откуда же он берет эту энергию? Он берет ее от природы. Когда человек сжигает растения, уголь, нефть, газы и использует при этом тепло от сгорания или непосредственно, как таковое, или превратив его в механический, электрический и другие виды энергии, во всех этих случаях он использует дар природы — энергию, собранную, аккумулированную, сосредоточенную в растениях, угле, нефти, газе. Человек издавна использовал силу ветра, падающей воды, приливов и отливов, лучевую энергию солнца; в несравненно громадных масштабах он использует эти виды энергии теперь — это тоже дары природы. Начался атомный век — человек использует атомную энергию. Это — тоже дар природы. Получается, что человек, кичась своими

способностями и умением использовать дары природы, горделиво, называя это победой над силами природы, плохо сознавал, что он попросту оставался иждивенцем природы и иждивенцем, к сожалению, не совсем благодарным. Последнее, как известно, проявляется в катастрофически растущей засоренности земного шара и угрожающем нарушении природных равновесий. Ввиду этого ныне перед человечеством во весь рост стали экологические проблемы, т. е. проблемы восстановления природного равновесия и природной гармонии, которыми определяется благополучие и самого человека как неотъемлемой части этого равновесия и этой гармонии; и они, эти проблемы, были бы решены с большим эффектом, если бы большую часть мира не захлестывала трудно поддающаяся пока обузданию капиталистическая стихия. При сложившихся обстоятельствах прогрессивное человечество обязано с еще большими усилиями думать и работать над этими проблемами.

Следовательно, когда речь идет о том или ином источнике энергии, то наряду с удобствами использования этого источника всегда необходимо думать об экологических проблемах, которые рождаются в связи со снятием энергии с этого источника. Взять хотя бы энергию воды, которая преобразуется в электрическую в многочисленных больших и малых гидроэлектростанциях. В общем энергетическом балансе мира гидроэнергетические ресурсы, по-видимому, имеют мало перспектив для роста, потому что, по крайней мере, для капиталистических стран эти ресурсы считаются почти исчерпанными и не превышают доли 7—8%. И тем не менее, и этот источник энергии создает свои экологические проблемы: оказалось, что появление непредусмотренных природой громадных искусственных водоемов, изменение русел и условий течения рек приводят к исчезновению устоявшихся исходных условий для флоры и фауны и обуславливают нежелательные явления, серьезно нарушающие природное равновесие. Сила ветра, энергия приливов и отливов, солнечная энергия — эти источники еще не заняли серьезного места в общем энергетическом балансе мира, и энергетики пока думают более о возможностях их использования, чем об экологических последствиях. Предполагается, что атомная энергия в конце этого века займет долю где-то в пределах 11:12% в общем производстве энергии капиталистических стран. Известно, что и атомная энергия родила проблему безопасного обращения с радиоактивными отходами, их использования и захоронения.

Из приведенного видно, что в ближайшем будущем энергия угля и нефти остается главным источником энергоснабжения человечества, и поэтому создание удобных для использования энергоносителей на основе этих источников остается одной из главнейших проблем в мировой энергетике.

Почему, например, мир очень встревожен уменьшением запасов и ее вздорожанием, так встревожен, то приступил к производству нефти из угля? Да потому, что нефть и нефтепродукты чрезвычайно удобные энергоносители. Попробуйте, например, использовать энергию воды и ветра в самолетах, автомобилях и других транспортных средствах! Не используете. Да и сам уголь и древесина, когда их пробовали использовать вместо нефтепродуктов, доставлял столько хлопот, что тут же отказывались. Между тем, на керосине, бензине и других нефтепродуктах созданы миллионы двигателей самых разнообразных мощностей, дающих энергетические импульсы бесчисленному количеству машин на Земле, на воде и в воде, в выкотах атмосферы и работающих в самых невыносимых условиях.

С этой точки зрения с жидким топливом может в какой-то степени конкурировать разве лишь газообразное топливо. И здесь невольно вспоминается Д. И. Менделеев. Ведь он, как мы уже говорили, впервые заметил, как легко облегчить перемещение больших масс нефти по Земле с помощью нефтепроводов и по воде с помощью нефтеналивных судов. Еще большие выгоды видел Д. И. Менделеев, когда впервые в истории теплоэнергетики предложил не вытаскивать уголь на поверхность земли, а подвергать его так называемой подземной газификации с тем, чтобы далее сжигать для получения тепла и энергии газы, получающиеся от такой специальной подземной обработки пластов угля. Смысл этой обработки сводится к следующему.

Если сжигать уголь при недостатке воздуха, то углерод угля будет сгорать до оксида углерода, т. е. угарного газа, водород будет выделяться в свободном состоянии, т. е. образуются те два газа, о которых мы уже говорили при описании получения жидких углеводородов из угля по методу Фишера-Тропша. Следовательно, газификация сводится, собственно, к получению вместо угля или, вернее, из угля этих двух горючих газов — угарного газа (оксида углерода) и водорода. Здесь нужно дать некоторые разъяснения, ибо можно предвидеть вопросы: как это так уголь сгорел, превратился в газ и в то же время остался горючим? В том-то и дело, что он горел, но не сгорел, а лишь превратился в газ, в котором сохранилась

большая, подавляюще большая часть теплотворной способности угля, поскольку водород выделился в свободном соединении, а углерод стал оксидом углерода, т. е. недогоревшим углеродом. Каждый атом последнего при полном горении присоединяет к себе два атома кислорода и при этом образуется известный своей безобидностью, инертностью углекислый газ, применяемый в обиходе, например, для получения шипучек. Но когда уголь недогорит, т. е. каждый атом углерода присоединит к себе только один кислород, образуя тот самый оксид углерода, о котором идет речь, то и получается соединение углерода с кислородом, молекула которого жаждет присоединить еще один кислород. В те времена, когда в жилищах преобладало печное отопление, эта жажда угарного газа к кислороду причиняла немало трагических бедствий: стоило чуть раньше закрыть заглушку печи, как недогоревшие остатки топлива из-за недостатка воздуха (кислорода) образовывали угарный газ, и целые семьи, надышавшись последним, погибали из-за кислородного голодания, ибо угарный газ присоединял к себе кислород из крови, лишая последнюю ее главной функции — разносить кислород по организму.

Атом углерода, последовательно и отдельно присоединяя к себе два атома кислорода, проявляет одну выгодную особенность: при присоединении первого атома, т. е. при образовании оксида углерода, выделяется лишь чуть больше четверти тепла, остальные три четверти выделяются при присоединении второго атома. Следовательно, есть прямая выгода затратить тепло, выделяющееся при образовании оксида углерода, на полную газификацию угля. При этом ненужная, негорючая, зольная часть углей остается под землей, на поверхность выходит топливный газ, очень удобный в обращении. Не надо полагать, что при газификации получается только два названных горючих газа, следует учесть и то, что из нагретой массы угля выделяются летучие легкие углеводороды (этот процесс называется пиролизом), которые увеличивают теплотворную способность газов. Однако при газификации углей трудно получить газы с высокой теплотворной способностью, ибо в газах неизбежен балласт азота, поскольку воздух содержит 77% последнего. И все же использовать теплотворную способность угля через газ очень удобно и выгодно, ибо он, газ, сгорая легко и быстро, способен развивать очень высокий энергетический потенциал. В настоящее время подземные станции, вырабатывающие топливный газ из угля, есть в СССР, Польше, Румынии, а также во многих капиталистических странах.

И здесь хотелось бы обратить внимание на следующее. Топливные газы, о которых шла речь и которые получают при неполном сжигании углей под землей, — это не те природные газы, к которым мы теперь привыкли в нашем обиходе. Природные газы имеют собственные месторождения, но большей частью являются спутниками нефти и угля. Если в газах подземной газификации углей основными горючими составляющими являются оксид углерода и водород, то эти составляющие для природных газов совершенно нехарактерны. Природные газы — это легкие углеводороды, до предела насыщенные водородом, и в этом смысле они примыкают к нефти, и поэтому выше мы не вели специального разговора об этих газах, относя их к природным углеводородам нефтяного характера. Природные газы обладают среди углеводородов высшей теплотворной способностью и очень удобны для сжигания с целью получения тепла. Однако обольщение этими удобствами обходится, по-видимому, для человечества дорого, ибо природные газы являются одними из самых лучших видов сырья для промышленности органического синтеза. В силу этого к газам в еще большей мере, чем к нефти, относится приведенная выше предупреждающе-укоризненная фраза Д. И. Менделеева: «Можно топить и ассигнациями!».

И все же истиной остается одно: жидкие и газообразные виды топлива очень удобны в использовании. Но эти виды топлива, как можно судить из изложенного, производятся на основе природного органического горючего угля и нефти. Природные углеводороды отдают тепло сгорая, т. е. присоединяя кислород. Это означает, что в конце концов углерод превращается в обычный углекислый газ (диоксид углерода), а водород — в обычную воду. Но мы хорошо знаем по среднешкольной программе биологии, что углекислый газ и вода, будучи продуктами жизнедеятельности живых организмов, снова усваиваются живыми организмами, на это тратится энергия, которая была выделена при окислении углерода и водорода до углекислого газа и воды, но теперь уже эта энергия берется растениями и другими живыми организмами непосредственно от солнца. И благодаря энергии солнца углерод, водород и кислород, т. е. элементы, которые и составляют углекислый газ и воду, образуют сложнейшие соединения, участвующие в образовании клеток живых организмов (это и называется фотосинтезом), а если эти живые организмы попадают в обстановку, где отсутствует доступ кислорода, то ткани их, разлагаясь, лишаясь кислорода (выжимающегося с водой, расходующегося на окисление металлов в земной

и произошло, когда, например, образовались месторождения угля и нефти.

Из изложенного можно заключить, что человек, извлекая все больше энергии, аккумулированной в природных углеводородах, вмешивается в круговорот углерода на Земле, вмешивается, прямо скажем, без должной деликатности, заметно нарушая установившееся в этом круговороте равновесие. На самом деле человек безудержно окисляет, сжигает запасы углерода, превращая его в углекислый газ, а растительный мир, который должен усваивать этот углекислый газ с тем, чтобы вернуть природе углерод из него в виде углеводородов, с меньшей безудержностью уничтожает, вырубая леса, строя города, одевая плодородный грунт в асфальт и бетон. Это означает, что содержание углекислого газа в атмосфере должно постепенно расти. По некоторым оценкам, это содержание например, в 2000 году возрастет на 25%. В связи с этим климатологи опасаются существенных изменений в климате. Дело в том, что двуокись углерода способна вызывать так называемый «парниковый эффект»: через углекислый газ легко проходят солнечные лучи, а инфракрасные, идущие обратно от поверхности земли, в нем задерживаются. Следовательно, с повышением содержания углекислого газа можно ожидать повышения температуры на земле со многими нежелательными последствиями. Хотя ученые расходятся в отношении способности Земли к саморегулированию в связи с увеличением доли углекислого газа в воздухе, т. е. в отношении того, насколько природа сама могла бы помочь в какой-то степени отдалить эти нежелательные последствия; однако все же лучше было бы не испытывать природу, а по возможности меньше выпускать диоксид углерода в атмосферу.

По-видимому, последнего можно достигнуть, если просто перестать сжигать природные углеводороды для производства энергии. Вообще говоря, это время, может, и недалеко, если вдуматься, какими колоссальными энергоресурсами будет оперировать человек, когда вполне овладеет энергией ядерных и термоядерных превращений. Это позволит обращаться с природными углеводородами (углем, в частности; нефти, по-видимому, тогда останется очень мало) только как с химическим сырьем, и ни в коем случае, как топливом. Но тогда человечество должно будет найти такой энергоноситель, который бы обладал всеми свойствами жидких и газообразных углеводородов, кроме свойства выбрасывать в атмосферу углекислый газ. Такой энергоноситель удобен не только тем, что газообразен и может быть при необходимости в оп-

ределенных условиях переведен в жидкое состояние, но и тем, что выделяет на единицу веса намного больше энергии, чем жидкие или даже газообразные углеводороды; сгорает же он до обычной безобидной воды. Водород, как мы уже теперь знаем, будучи в составе углеводородов, является постоянным участником в генерации тепла при сжигании последних. Теперь же он должен как энергоноситель выступать самостоятельно. Переход автомобилей и других транспортных машин на водородные двигатели обсуждается давно, и есть практические данные, свидетельствующие о том, что это технически несложно. Массовое потребление водорода для этих целей сдерживается пока, по-видимому, сравнительно высокой стоимостью этого газа. Последние ступени ракеты «Сатурн-5», доставившие на Луну американских космонавтов, работали на жидком водороде. Есть все основания говорить о том, что в будущем водород станет самым привычным энергоносителем, применяемым для тех же разнообразных целей, что и нынешние жидкие углеводороды. Но это осуществится не сегодня и, наверное, не в ближайшие десятки лет. Если же говорить о сегодняшнем дне и ближайших завтрашних днях, то роль водорода, как можно было частично судить из данных, приведенных выше, остается очень важной, и его надо производить все больше и больше. И, к сожалению, теперь и в ближайшем будущем технология производства водорода не сможет обойтись без того, чтобы не окислять тот же углерод опять-таки до того же углекислого газа. Но попытаемся рассказать обо всем этом по возможности последовательно.

В мире, по-видимому, ныне производится где-то 18-20 млн. тонн водорода. Это для водорода — громадное количество. Ведь надо учесть и то обстоятельство, что один грамм газообразного водорода выступает за 16 граммов кислорода, за 14 граммов азота, занимая с ними равные объемы. Вот почему он, как было отмечено выше, выделяет при сгорании и намного больше энергии, чем другие энергоносители. И если приведенную выше цифру выразить в объемных единицах, принятых в технике и производстве для измерения газообразных веществ, например, в кубометрах, то она выразится числом с 11 нулями.

Водород ныне применяется в самых разнообразных отраслях промышленного производства, и потребность в нем неуклонно растет. Но есть две главные отрасли, берущие на себя львиную долю производимого водорода, — это получение аммиака и обогащение нефтепродуктов.

Аммиак, раствор которого в воде известен в обиходе под названием нашатырного спирта, есть соединение азота с во-

родом с атомным соотношением один к трем. Синтезируется аммиак прямым присоединением в определенных условиях свободного водорода к азоту, полученному из воздуха. Аммиак — сырье для сельскохозяйственных удобрений, его производится много, и, по-видимому, более трети полученного водорода расходуется на синтез аммиака. Столько же, если не более, расходуется на облагораживание нефтепродуктов. Последнее станет понятным, если вспомнить, что при разгонке нефти лишь небольшая часть переходит в пар и конденсируется в виде бензина и керосина. Большая часть остается в высококипящем остатке — мазуте. Надо насытить водородом, гидрогенизовать, облагородить эту высококипящую часть, тогда можно ее почти нацело превратить в керосин, бензин и другие благородные легкокипящие продукты. Процесс этот, как видим, сродни процессу ожижения углей по Бергиусу. В настоящее время большая часть нефти подвергается вот такому облагораживанию, и есть стремление осуществлять его возможно полнее. Таким образом, нефтеперерабатывающая промышленность будет нуждаться во все большем количестве водорода. Полагают, что потребность в водороде резко возрастет в ближайшем будущем, когда появится описанная выше крупная отрасль промышленности — получение жидких и газообразных углеводородов из твердого топлива. Возможно, что в следующем веке только на это дело будет расходоваться в пять-восемь раз больше водорода, чем ныне производится. А вообще за пределами нашего века производство водорода, по некоторым прогнозам, увеличится, вероятно, в сто раз.

Следовательно, роль водорода велика, и он незаменим в энергетике в настоящее время, поскольку без него невозможно достаточно полно использовать нефть; роль водорода велика, и он незаменим в ближайшем будущем, поскольку без него немыслимо получение нефтепродуктов из твердого топлива; и еще более велика его роль и он незаменим в дальнейшей перспективе, когда водород станет выступать не только как полупродукт для производства синтетических углеводородов, но и как самостоятельный энергоноситель, вполне заменяющий жидкие и газообразные углеводороды в их нынешних разнообразных отраслях применения, в то же время и находящий новые отрасли целесообразной отдачи энергии в пользу человека. И поэтому стоит поговорить о том, как получают водород в настоящее время, как будут получать в ближайшем будущем и как мыслится его получение в чуть дальнейшей перспективе.

Когда промышленность стала требовать большого количе-

ства водорода, то обратили внимание, что самым дешевым и легкодоступным его источником являются углеводороды, в особенности легкие углеводороды-газы. И стали получать его разложением природных углеводородов — при нагревании в парах воды и в паро-кислородной смеси в присутствии катализаторов углеводороды и вода расщеплялись таким образом, что углерод и кислород из них образовывали оксид углерода, освобождая водород. Дальнейшая обработка получившейся смеси оксида углерода и водорода также в парах воды при катализаторах, но при температурах пониже, чем в предыдущем случае, приводит к образованию углекислого газа и увеличению доли водорода за счет разложения воды. Такой метод производства водорода получил повсеместное распространение и получил название конверсии газов. Основная масса водорода получается ныне именно по этому методу.

Если вдуматься в суть такого способа получения водорода, исходя из современной ситуации тревожного сокращения запасов выгодно добываемых природных углеводородов, то она, эта суть, сразу же вызовет недоумения. Как же так, по методу Фишера-Тропша человечество уже получает и будет получать в массовом количестве углеводороды, превращая вначале уголь и воду в смесь водорода и оксида углерода, а здесь делается нечто совершенно обратное: разлагаются с помощью воды те же углеводороды, искусственное восполнение убыли которого является теперь глобальной задачей! Когда речь идет не о тех отдельных, вполне допустимых случаях, когда по исключительным условиям места и времени для получения водорода используются природные газы, скажем, в качестве побочного сырья, или газовые отходы переработки угля (например, коксование), а о массовом производстве водорода из природных углеводородов это кажется противно разуму; однако это делалось и делается, но долго продолжаться, естественно, не может. Человечество уже переходит к производству тех больших количеств водорода, о которых шла речь выше, из другого более надежного источника. Этим более надежным, вернее даже самым надежным и, мало того, единственным источником, из которого можно добыть водород в любых количествах без опасения исчерпать запасы, является вода. Вода в энергетике играла всегда выдающуюся роль, но теперь, как источник водорода, она будет играть еще большую роль, от того-то выше в нашем изложении было замечено о том, как в наше повествование незаметно вкралась вездесущая вода.

Было бы лучше всего, если бы можно было разлагать воду напрямик на составляющие его газы — кислород и водород, с

тем, чтобы оба этих нужных для промышленности газа использовать по назначению. Такие способы существуют, но они пока дороги, требуют больших расходов энергии и материалов. Над удешевлением этих процессов трудятся ученые, и они надеются, что в недалеком будущем они будут существенно удешевлены и приведены в состояние, удобное для промышленного использования. Пока же промышленности суждено добывать водород, разлагая воду на горячем угле, чтобы углерод угля горел и забирал кислород на себя и тем облегчал освобождение водорода, о чем уже мы говорили. Причем в дополнение к этому основному своему назначению уголь будет служить и источником некоторого добавочного количества водорода (ведь он тоже, хоть тощий, малонасыщенный по водороду, но все же углеводород), и, главное, тепла, потому что процесс разложения воды идет с поглощением тепла и, чтобы поддерживать уголь в раскаленном состоянии, необходимо, чтобы часть угля горела; поэтому на раскаленный уголь наряду с паром дается и определенное (не выше необходимого!) количество кислорода, т. е. по существу на уголь подается парокислородная смесь. В принципе это тот же процесс, который осуществляется при получении синтез-газа по методу Фишера-Тропша. А далее, как и в случае конверсии газов, надо перевести оксид углерода в углекислый газ. Из смеси водорода и углекислого газа последний удастся сравнительно легко.

Газификация углей с целью получения водорода — процесс давно известный и нашедший промышленное осуществление: интерес к нему был на некоторое время утрачен ввиду увлечения конверсией газов. В дальнейшем же газификация угля будет применяться все в больших и больших масштабах в аппаратах с громадной производительностью. По одному из вариантов, например, тонкоизмельченный уголь вдувается парокислородной смесью в громадную, теплоизолированную жароупорным кирпичом шахту, где происходит газификация угля и одновременно удаляется зола через низ реактора; главный реактор связан с системой трубопроводов с другими подобными емкостями, где протекает вторая стадия окисления углерода, отделение углекислого газа от водорода, очистка от примесей и т. д. По другому варианту процесс газификации осуществляется в так называемом кипящем слое, когда парокислородная смесь вдувается снизу реактора в слой измельченного угля, и этот слой, благодаря дутью, держится как бы на весу, имитируя кипение жидкости. Основной реактор (газогенератор), с которого начинается процесс (если не считать началом подготовку сырья), имеет разнообразную конструкцию,

причем есть реакторы, работающие под давлением, что сильно увеличивает производительность их и строится на производительность от нескольких тысяч до нескольких десятков тысяч кубометров газа в час.

Парокислородная газификация углей тщательно изучается и неуклонно совершенствуется. Но есть в этом процессе один неизбежный недостаток — примерно треть угля идет на простое сжигание с целью поддержания при газификации необходимой высокой температуры. Это не только приводит к высокому расходу угля, но и к уменьшению доли водорода в получающихся газах, при увеличении балласта углекислого газа. В связи с этим ныне проводятся интенсивные исследования тепла атомных реакторов для подогревания газифицируемой смеси. Трудность заключается пока в выборе отвечающего всем требованиям технологии высокотемпературного теплоносителя в циркуляционном контуре реактора. По-видимому, все же в ближайшее время эти трудности будут преодолены, тогда процесс газификации углей с целью получения водорода существенно упростится.

«Повышение стоимости нефти и газа, несомненно, вызовет увеличение роли угля, особенно в районах, где может быть обеспечен транспорт угля или созданных на основе угля видов энергии и энергоносителей».

Академик А. П. Александров.

Один из наших ученых рассказывал, как был удивлен, когда в послевоенные годы во время пребывания в одном из аулов на западной окраине нынешней Целиноградской области он обнаружил, что каждая семья имеет свой «топливный колодец» — «стың құдық». Специально загнута и зазубренной на лезвии лопатой из углубления в земле доставали черные крошащиеся комки и забрасывали ими печи, где они тут же легко загорались. Это было тем более удивительно, что разжечь хорошо известные угли Караганды и Экибастуза в домашних печах-голландках считалось делом хлопотным и нелегким.

Речь шла, конечно, о буром угле, о том сорте углей, месторождения которых очень распространены в Центральном Казахстане. До сих пор в нашей стране бурые угли не занимали заметно большого места в общем балансе добычи и использования углей. Теперь, по-видимому, значение их резко повысится, в особенности в связи с проблемами получения из углей жидких углеводородов. И о них, о бурых углях, стоит поговорить.

Бурые угли считаются более молодыми, менее, как выражаются в геологической науке, метаморфизованными, чем каменные угли. Они, бурые угли, в меньшей степени подверглись действию времени и не совсем потеряли своих генетических растительных признаков, выражающихся в том, что в них содержится больше, чем в каменном угле, летучих углеводородов, а также кислорода, азота и воды. Бурые угли занимают как бы переходное место от торфа к каменным углям. Именно присутствием летучих объясняется легкая воспламеняемость бурого угля, позволяющая его просто, без хлопот сжигать в сельских домашних печах. Но именно эти-то свойства облегчают и химическую переработку их: бурые угли переходят в жидкое состояние в менее жестких условиях, чем каменные угли.

- Производство углеводородов из угля пока еще требует существенного удешевления. Значительное влияние, как показывают технико-экономические расчеты, на себестоимость син-

тетического жидкого топлива оказывают затраты на ~~исходное~~ сырье. И в этом отношении обращается внимание на те месторождения бурых углей, которые имеют большие запасы и легко добываются. И именно поэтому в выполнении одного из основных направлений развития народного хозяйства страны в XI пятилетке и на период до 1990 г. — обеспечить необходимый уровень электроснабжения и топливоснабжения страны — отводится ключевое место развитию Канско-Ачинского угольного бассейна.

Канско-Ачинское месторождение углей — это нечто уникальное и удивительное среди мировых скоплений угля. На протяжении семиста километров вдоль Сибирской железной дороги тянется этот бассейн, начинаясь в Кемеровской области, захватив весь юг Красноярского края и заканчиваясь в Иркутской области. Ширина бассейна колеблется в пределах от пятидесяти до двухсот пятидесяти километров. На этой площади в пластах огромной толщины покоится 600 миллиардов тонн угля; это больше, чем в каком-либо другом месторождении нашей Родины. Запасов одного этого месторождения хватило бы стране на много сотен лет. Уголь лежит близко к поверхности, и более одной пятой части его может просто вычерпываться экскаватором после снятия пласта, прикрывающего уголь земных пород. Угли отличаются малой зольностью, но высоким содержанием воды (до 30—40%).

Проблема использования канско-ачинских углей в народном хозяйстве нашей страны занимает важнейшее место в научно-технических разработках, нацеленных на безотлагательное претворение в жизнь в ближайших пятилетках, и она имеет в виду создание КАТЭК-Канско-Ачинского теплоэнергетического комплекса. Когда КАТЭК заработает в полную мощность (а это время недалеко), он явится примером рационального, научно обоснованного использования природных богатств в стране социализма. При этом имеется в виду, что канско-ачинские угли содержат много воды и имеют сравнительно малую теплотворную способность. Перевозить эти угли в другие районы страны с высокой потребностью в топливе х опотливо и дорого: не только перевозить ненужную воду, но и трудность — зимой уголь замерзает, а летом слеживается — попробуй опорожнить вагоны. Поэтому единственно правильным способом является превращение этих углей в более благородные виды энергии и энергоносители, перемещение которых в места потребления ляжет менее тяжким бременем на его себестоимость. Первое, что напрашивается, — это создание местных крупных электростанций. Хотя строительство и эксплуатация электростанций на угле-дело теперь

обычное, однако специалисты, занимающиеся проблемами КАТЭКа, отмечают, что зольная часть канско-ачинских углей имеет такие особенности, которые потом могут неожиданно неблагоприятно сказаться на работе мощнейших котлоагрегатов, подготавливаемых к применению на этих электростанциях. Второе — это облагородить уголь таким образом, чтобы отделить от него полностью воду, летучие компоненты и выдать оставшуюся часть в виде бездымных горючих брикетов с высокой теплотворной способностью, очень удобных для употребления в бытовых целях. А летучие составляющие — смолу и газы — также использовать по назначению. Часть смолы может идти, например, для упрочнения брикетов. Этому направлению использования канско-ачинских углей придается очень большое значение, потому что оно непосредственно связано с дальнейшим удовлетворением растущих бытовых потребностей советских людей, в особенности в сельскохозяйственных районах. Для опробования этого способа переработки углей ныне на месторождении строится опытная установка производительностью 175 тонн угля в час. Строится и другая установка по несколько иному варианту термической обработки угля производительностью 100 т/час. И, наконец, третья область использования канско-ачинских углей — это получение из них жидких углеводородов. Здесь надо иметь в виду, что бурые угли как бы созданы для ожигения, здесь они почти незаменимы. Предполагается, что на КАТЭК жидкие углеводороды будут получаться как путем непосредственного ожигения углей с помощью водорода с выдачей синтетической нефти, так и путем газификации с последующим синтезом из газов соответствующих углеводородов. В бассейне будет создано крупное производство искусственных жидких углеводородов и, естественно, соответственно крупный передел по получению водорода. И конечно же, освоение Канско-ачинского угольного бассейна будет предусматривать и максимальные меры по сокращению экологического равновесия в окружающей среде, и это само собой входит как неотъемлемая часть в общую проблему КАТЭКа.

Возникает вопрос: какому из названных трех направлений будет отдаваться предпочтение в развитии КАТЭКа? В том-то и дело, что проблема будет решаться таким образом, чтобы целесообразно сочетать все эти три главных пути использования канско-ачинских углей, исходя из насущных потребностей народного хозяйства и имея в то же время в виду гибкое включение и многих других подобных ветвей к этим главным путям, тех ветвей, необходимость введения которых будет несомнен-

но диктовать жизнь. Но можно думать, что в будущем, по мере дальнейшего удорожания природной нефти, мощности по производству моторного топлива через искусственные углеводороды из угля станут занимать доминирующее положение, не оттесняя, конечно, и другие нужные направления в использовании канско-ачинских углей. И это будет продолжаться до тех пор, пока углеороды не станут вытесняться из моторов другими, более удобными для века атомной и термоядерной энергетики энергоносителями, важнейшим из которых является, в частности, водород, о чем мы уже говорили.

Проблема КАТЭКа — сложная и многоотраслевая научно-техническая проблема, и ею ныне занимаются многочисленные научные учреждения и организации при ведущем участии соответствующих подразделений Академии наук СССР и таких известных ведомственных институтов, как институт горючих ископаемых Министерства угольной промышленности СССР и Энергетический институт им. Г. М. Кржижановского Министерства энергетики и электрификации СССР.

Пример исключительно всестороннего, комплексного подхода к использованию канско-ачинских углей для удовлетворения энергетических и других потребностей народного хозяйства страны, на которые нацеливает нашу науку и промышленность партия, заставляет каждого инженера и научного работника, имеющего отношение к проблемам переработки углей, призваться не только с точки зрения ускорения претворения в жизнь наилучших технических решений в КАТЭКе, но и с точки зрения подобного же подхода к аналогичным проблемам на местах. С этой точки зрения было бы опрометчиво и неразумно не обращать внимание в нашей республике на следующее.

В 1980 году в стране было добыто 716 млн. т. углей, а в Казахской ССР — 115 млн. т., т. е. республиканская добыча угля составляла чуть менее одной шестой от всесоюзной. Внушительность этих цифр можно представить, если вспомнить, что по добыче угля наша страна занимает первое место в мире. Уголь в республике добывается во всемирно-известных бассейнах — Карагандинском и Экибастузском. Карагандинские угли коксуются, и львиная доля их направляется на коксование с получением кокса для черной металлургии и некоторых других отраслей промышленности, а также продуктов коксохимии, о которых писалось ранее. Угли этого бассейна — очень ценное технологическое сырье, и считается невыгодным сжигать их в топках печей и котельных. Угли Экибастуза, хотя и отличаются высокой зольностью (до 40%), однако в

этом богатейшем бассейне они добываются открытым способом мощнейшими экскаваторами при сравнительно малых затратах. И поэтому, несмотря на невысокую теплотворную способность (из-за высокой зольности), эти угли как энергетическое сырье оцениваются высоко. На этом угле работают, а также строятся и будут работать мощные электростанции Казахстана и Урала. Экибастузский энергетический комплекс является одним из крупных явлений в народно-хозяйственном развитии республики и страны.

В республике пока добываются лишь каменные угли. Добыча бурых углей составляет лишь ничтожную долю и идет лишь для местных нужд. Между тем, примерно 40% из известных запасов углей в республике — это бурые угли. Однако эти цифры приводятся не в упрек угледобывающей промышленности республики, ибо поднятие таких гигантов, как Карагандинский и Экибастузский угольные бассейны, на тот высший уровень, на котором они ныне находятся, требовало достойных усилий. Они, эти цифры, приводятся к тому, чтобы сказать, что, по-видимому, наступила пора, когда необходимо вплотную приступить к решению проблем использования богатств, сконцентрированных в ее буро-угольных бассейнах. Между тем, богатства эти действительно уникальны.

В 40 километрах к югу от Экибастуза залегают многомиллиардные запасы бурых углей Майкубенского месторождения. Угли малозольные, в них почти в два раза меньше воды, чем в канско-ачинских углях. Общие запасы углей здесь лишь немногим уступают общим запасам Экибастуза.

Западнее от Карагандинского угольного бассейна находится Тургайское месторождение бурых углей. Запасы углей в этом месторождении, хотя и уступают примерно в десять раз запасам Канско-Ачинского бассейна, и, тем не менее, это — громадное месторождение, самое крупное в республике, превосходящее по запасам даже Карагандинское. Угли этого месторождения содержат несколько больше воды, чем угли Майкубенского бассейна, однако ниже, чем канско-ачинские угли.

Запасы бурых углей Казахстана сосредоточены в основном в этих двух месторождениях, подобно тому, как запасы каменных углей сосредоточены также главным образом в двух месторождениях — Карагандинском и Экибастузском. Теперь уже вплотную обсуждаются вопросы использования бурых углей в народном хозяйстве. К сожалению, эти обсуждения пока в основном ограничиваются в пределах использования бурых углей для выработки электроэнергии в мокрых электро-

станциях, построенных на их базе. Лишь отчасти и робко упоминается возможность их использования для бытовых нужд. Об их углехимической переработке с целью получения, например, искусственных углеводов хранится молчание.

В этой связи напрашиваются следующие соображения. Расчет на использование бурых углей Майкубенского и Тургайского месторождений в качестве лишь энергетического топлива, подобного экибастузским углям, конечно, путь легкий и испытанный, но и в то же время напрямик приводящий к заведомо неполному использованию экономического потенциала, заключенного в этих углях. Такой расчет обусловлен, по существу, чрезвычайно малой изученностью этих углей и малым вниманием к самой проблеме. В исследованиях республиканских научных учреждений вопросы переработки бурых углей не нашли еще достойного места. Есть только небольшие заделы бурых углей структурирования почв и для повышения их плодородия, что очень важно, например, для целинных районов, однако в других важнейших направлениях никаких научных заделов не имеется. Между тем, думается, что пример подхода к решению проблемы использования канско-ачинских углей должен бы явиться толчком к изучению бурых углей республики с точки зрения их рациональной добычи и переработки. КАТЭК — это будет громадное предприятие, нацеленное на комплексное освоение одного из уникальнейших месторождений бурых углей страны, но вся страна вряд ли будет обеспечена продукцией одного КАТЭКа, если не будет, пусть несравненно меньшего по масштабам, но подобного же вклада в общее дело с мест.

Рациональное, комплексное использование бурых углей не исключает, а включает использование определенной части их в качестве энергетического топлива. Однако для этой цели выгодно использовать высокозольные угли, плохо поддающиеся обогащению. Большая же часть бурых углей, в особенности малозольные сорта, должна явиться сырьем для качественных видов топливной продукции. Словом, было бы очень неразумно использовать, например, майкубенские угли, расположенные рядом с экибастузскими, на те же цели, что и последние. Дело в том, что бурые угли майкубенского месторождения, имея невысокую зольность и большую податливость к химическим превращениям, легко обогащаются, между тем, как экибастузские угли, ввиду их высокой зольности и очень плохой обогащаемости только тем и ценны, что их можно выгодно сжигать в топках электростанций. Из этого следует, что проблеме использования бурых углей надо

решать вовсе не по образу и подобию использования каменных углей Экибастуза. В первую очередь, например, надо подумать о термической обработке части углей, которая предполагается в КАТЭКе и по которому уже будет опыт. Целинные районы республики и города очень нуждаются в удобном для употребления бытовом топливе. Таким топливом являются брикеты — продукты, изготавливаемые из угля после взгонки их летучей части.

Определенную долю бурых углей можно, по-видимому, газифицировать. Уже существуют, например, предложения по подземной газификации отдельных участков углей Тургайского бассейна. Но и, пожалуй, не менее выгодным во многих случаях окажется паро-кислородная газификация не только с целью получения водорода или синтез-газа, но и с целью производства топливных газов, заменяющих в качестве энергетического и бытового топлива ныне используемые природные газы; к этим же газам могут быть присоединены и газы, образующиеся при термической переработке углей с целью получения, например, угольных брикетов. Нет необходимости исключать и возможность обработки углей в слабоокислительных условиях применения их с целью увеличения плодородия почв, как об этом упоминалось выше. И, конечно, надо думать об использовании бурых углей республики для получения искусственных жидких углеводородов. У нас в стране есть крупные запасы нефти, да и республика наша в последнее время внесла заметный вклад в увеличение этих запасов. По подсчетам нефти у нас достаточно для того, чтобы не было ненужной спешки в решении этой проблемы. Однако особое внимание партии к КАТЭКу свидетельствует о том, что в организации производства синтетического жидкого топлива не нужно ни от кого и отставать. И в этом отношении бурые угли Казахстана являются благодатным сырьем. Большая часть их залегает близко к поверхности и может быть добыта дешевым открытым способом. Следовательно, затраты на добычу не являются большим бременем в стоимости жидких продуктов, произведенных из них. Предварительные опыты показывают, что угли эти сравнительно легко поддаются ожигению известными способами. Естественно, что для окончательного установления условий подобной переработки тургайских и майкубенских бурых углей необходимо тщательное и всестороннее их изучение.

История расцвета промышленности и в целом народного хозяйства в республике показывает высокую плодотворность исследований на месте, не только разумно дополняя их наметки головных ведущих научных организаций страны, но и

зачастую рождающих оригинальные решения с учетом местных условий. Яркой демонстрацией того, насколько может быть эффективен вклад республиканских научных и проектных учреждений в решение научно-технических и народнохозяйственных проблем, является освоение неорганических минеральных ресурсов республики, в особенности металлургического сырья. Здесь институт Академии наук Казахской ССР и ряд отраслевых научных учреждений дал многие оригинальные решения, способствовавшие достижению выдающихся успехов, которыми теперь гордится страна. По-видимому, ныне, используя этот опыт, следует широко развернуть исследования по комплексному использованию бурых углей республики. Эти исследования следует сосредоточить в основном в г. Караганде, где в связи с предстоящим открытием Отделения республиканской Академии должны быть созданы условия для эффективного использования научно-технических экспериментальных возможностей объединения «Караганда-уголь» и расположенных здесь крупных учебных и научно-исследовательских институтов. При интенсивном проведении этих исследований следовало бы учесть следующие два обстоятельства. Первое — в Карагандинском бассейне есть Верхнесокурское месторождение бурых углей; опробование этих углей показало хорошую их способность к ожижению и ко всем тем превращениям, которыми выгодно отличаются бурые угли от каменных. Запасы этих углей, подготовленные к добыче, таковы, что на базе их можно бы построить солидное опытное предприятие, которое могло бы выдавать товарную продукцию, в то же время отрабатывать и уточнять проектные данные для будущих углехимических комбинатов в Тургайском и Майкубенском бассейнах. Второе Майкубенское месторождение находится рядом с Экибастузским, вплотную примыкая к нему. Это, надо думать, должно сказаться очень благотворно на будущем использовании очень ценных бурых углей бассейна не только потому, что эксплуатация его начнется на подготовленной энергетической базе, но и потому, что рядом находится крупное ферросплавное производство. Эту мысль надо пояснить. Практика развития промышленной технологии показывает, насколько выгодными и неразделенными оказываются, казалось бы, далекие друг от друга производства. Разительным примером этого является, например, соединение черной металлургии с коксохимией. С этой точки зрения электродуговые печи, в которых выплавляются ферросплавы, могут выделять водород из воды и, следовательно, стать компонентом, способствующим ожижению углей; в то же время ферросплавные печи — это лучшие гене-

раторы оксида углерода — ценнейшего сырья для органического синтеза.

Словом, соединяя такие простые и обыденные виды природного сырья, как уголь и вода, можно за счет их взаимодействия надежно получать самые выгодные и удобные виды энергоносителей, а также разнообразные исходные продукты для синтеза в химической промышленности. Но для этого необходимо целеустремленно работать, используя самые последние достижения науки и техники.

Сдано в набор 28.06.94. Подписано к печати 13.12.94. Бумага писчая. Гарнитура журнально-рубленая. Тираж 4000 экз. Заказ № 2945. Карагандинское производственное объединение "Полиграфия".

ISBN