

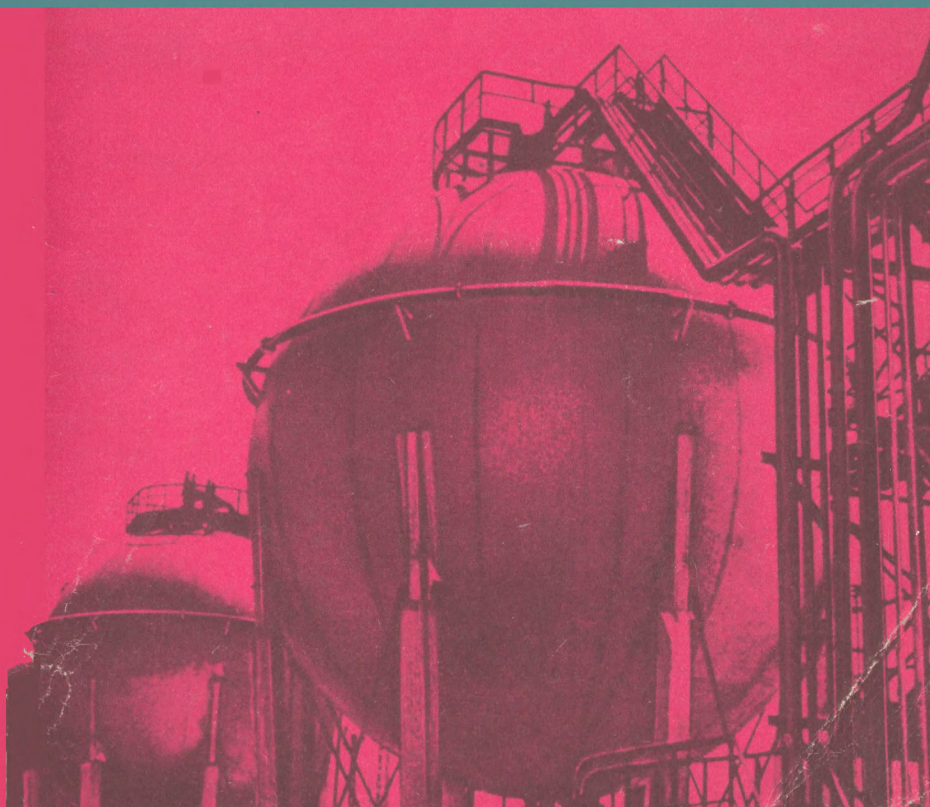
НОВОЕ
В ЖИЗНИ. НАУКЕ.
ТЕХНИКЕ

ЗНАНИЕ

10/1975

СЕРИЯ
ХИМИЯ

А.Я. Авербух
КОМПЛЕКСНОЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ХИМИЧЕСКОГО
СЫРЬЯ



А. Я. Авербух,

доктор технических наук

**КОМПЛЕКСНОЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ХИМИЧЕСКОГО
СЫРЬЯ**

**ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»
Москва 1975**

Авербух А. Я.

А19 Комплексное использование химического сырья М., «Знание», 1975.

64 с. (Новое в жизни, науке, технике. Серия «Химия», 10. Издается ежемесячно с 1964 г.)

В брошюре рассмотрены проблемы комплексного использования сырья на примерах различных отраслей промышленности. Здесь подчеркивается важность полного использования всех составных частей сырья, переработки вторичного сырья, утилизации отходов и продуктов, уловленных при очистке сточных вод и газообразных выбросов.

На многих примерах рассмотрено комбинирование химической промышленности с другими отраслями промышленности. Подчеркивается особая важность создания предприятий нового типа — с замкнутым, безотходным производством, что имеет огромное социальное значение.

Брошюра написана популярным языком, иллюстрируется большим количеством цифр и рисунков и рассчитана на широкий круг читателей.

10800

338:6П7

СЫРЬЕ — ОСНОВНАЯ СТАТЬЯ РАСХОДА

Сказочно богата наша страна. Необозримы ее просторы. Леса, реки, горы, и степи скрывают несметные сокровища: алмазы и нефть, уголь и серу, газ и соль, фосфориты, металлические руды.

Как не вспомнить слова М. В. Ломоносова: «Рачения и трудов для сыскания металлов требует пространная и изобильная Россия. Мне кажется, я слышу, что она к сынам своим вещает: простирайте надежду и руки ваши в мое недра и не мыслите, что искание ваше будет тщетно... Химическое искусство в средину гор проникнет, и что в них лежит без пользы, очистит для умножения нашего блаженства; и сверх сего своего сильного в Металлургии действия, иные полезные тебе плоды принести потщится».

И все же до революции природные богатства России слабо изучались и плохо разрабатывались. Не хватало не только минеральных удобрений, но даже каменного угля и строительных материалов. В результате в Россию ввозили фосфориты из Африки, каменный уголь из Англии, калийные соли из Германии, селитру из Чили, серу из Италии, гранит из Швеции. Так, по данным И. М. Губкина¹, в 1913 г. Россией было ввезено из других стран 6896 т меди, 6113 т свинца, 28 195 т цинка, 3007 т никеля, 1847 т алюминия, 4000 т графита, 80 000 т калийных солей, около 54 000 т фосфорита, 3800 т борного сырья. На ввоз минерального сырья и некоторых продуктов его переработки в 1913 г. было израсходовано более 190 млн. руб. В 1916 г. Россия использовала для промышленности всего 14 элементов, добывавшихся из отечественных месторождений.

Не случайно такой знаток русской промышленности, как Д. И. Менделеев, неоднократно отмечал необходимость

¹ См. И. М. Г у б к и н. Избр. соч. Т. I. М., Изд-во АН СССР, 1950, с. 492.

быстрейшего развития добычи отечественного сырья. По его совершенно обоснованному мнению, наличие колоссальных запасов сырья, удобных водных путей в России позволяет развернуть широкое производство различных промышленных изделий и организовать их вывоз в другие страны. Свою докладную записку «О развитии Донецкой каменноугольной промышленности» он заканчивает словами: «Здесь... все созрело для начала того промышленного развития, к которому Россия не только способна, но и во многом подготовлена»¹.

В своей общеизвестной работе «К познанию России» Менделеев отмечает: «... Мы можем весь мир снабдить своим дешевлешим чугуном, железом и сталью. Наши нефтяные, каменноугольные и другие богатства едва-едва затронуты... Так и во всем ином, по крайней мере в чрезвычайно многом, куда можно и должно приложить русский труд»².

Вскоре после победы Великой Октябрьской революции, разрабатывая план социалистического преобразования страны, В. И. Ленин отмечал, что в первую очередь надо добиться высокого уровня производительных сил. Считая промышленное сырье одной из важнейших составляющих производительных сил общества и ясно, представляя себе огромные сырьевые запасы страны, В. И. Ленин указывал: «У нас есть материал и в природных богатствах, и в запасе человеческих сил, и в прекрасном размахе, который дала народному творчеству великая революция, — чтобы создать действительно могучую и обильную Русь»³.

В. И. Ленин неоднократно отмечал важность тщательных геологических поисков и применения наиболее прогрессивных методов добычи и переработки сырья. «Российская Советская республика находится постольку в выгодных условиях, что она располагает — даже после Брестского мира — гигантскими запасами руды (на Урале), топлива в Западной Сибири (каменный уголь), на Кавказе и на юго-востоке (нефть), в центре (торф), гигантскими богатствами леса, водных сил, сырья для химической промышленности (Кара-Бугаз) и т. д. Разработка этих естественных богатств приемами новейшей техники даст основу невиданного прогресса производительных сил»⁴.

¹ Д. И. Менделеев. Соч., т. 11, с. 50.

² Д. И. Менделеев. Соч., т. 21, с. 438.

³ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 36, с. 80.

⁴ Там же, с. 188.

Внимательно следил В. И. Ленин за работой созданной в Академии наук Комиссии по изучению естественных производительных сил России (КЕПС), подчеркивая особую необходимость *«самостоятельно снабдить себя всеми главнейшими видами сырья и промышленности»*¹. В 1918 г. В. И. Ленин предложил составить план реорганизации промышленности России и ее экономического подъема. «В этот план,— писал Ленин,— должно входить: рациональное *размещение* промышленности в России с точки зрения близости сырья и возможности наименьшей потери труда при переходе от обработки сырья ко всем последовательным стадиям обработки полуфабрикатов вплоть до получения готового продукта»².

Неизменно и последовательно выполняя ленинские указания, советский народ добился огромных успехов. Так, стоимость промышленной продукции страны в 1973 г. превысила 450 млрд. руб. (в 15 раз больше, чем в 1940 г.), а основные производственные фонды народного хозяйства к концу того же года составили 670 млрд. руб., что в 25 раз превышает производственные фонды России до революции.

Масштабы современного промышленного производства важнейших видов сырья и материалов иллюстрируются табл. 1 (в млн. т).

Т а б л и ц а 1

Наименование сырья или материала	1913 г.	1940 г.	1970 г.	1975 г. (план)	Абсолютный прирост про- изводства за 9-ю пятилет- ку
Сталь	4,31	18,3	116	146	40
Уголь	29,15	165,9	624	695	71
Нефть	10,3	31,1	349	496	147
Газ природный (млрд. м ³)	0,02	3,39	198	320	122
Синтетические смолы и пластмассы	—	0,01	1,67	3,53	1,86
Химические волокна . .	—	0,011	0,623	1,065	0,442
Цемент	1,78	5,68	95	125	30

В современных условиях основным источником экономического роста общественного производства становится повышение его эффективности как за счет ввода новых мощностей, так и за счет лучшего использования каждого

¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 36, с. 228.

² Там же.

аппарата, установки, цеха, за счет сокращения расходов сырья, материалов, топлива и других материальных ресурсов. В Отчетном докладе ЦК КПСС XXIV съезду партии Л. И. Брежнев говорил: «В предстоящие годы работа по повышению эффективности производства в промышленности должна вестись по нескольким основным направлениям. Одно из них — снижение материалоемкости, экономия сырья и материалов. Это дело поистине государственного значения.

Развитие народного хозяйства вызывает бурный рост потребностей в различных видах сырья. Чтобы удовлетворить эти потребности, мы и впредь будем высокими темпами развивать добывающие отрасли. При этом важно вести дело так, чтобы они работали более эффективно, обеспечивали более глубокую переработку сырья, улучшение его качества, сокращение отходов»¹.

Каждый процент снижения материальных затрат в промышленности увеличивает национальный доход в нынешних условиях на 3—4 млрд. руб. (в 1970 г. — 3,2 млрд. руб., а в 1975 г. — 4,7 млрд. руб.). Ведь более 75% себестоимости промышленной продукции (а в

Т а б л и ц а 2

Наименование соединения или материала	Расход на 1 т продукта					
	Сырье, т	Вода, м ³	O ₂ , м ³	N ₂ , м ³	Природный газ, м ³	Электроэнергия, кВт·ч
Аммиак	1,7	290	540	900	800	40
Азотная кислота . .	1,9	180	2355			230
Ацетилен (термоокислительным методом)		490	3470			
Вискозный шелк . .		1200				7 650
Алюминий	6,0					19 000
Капрон	7,4	2500				
Медь	100	500				
Полиэтилен низкого давления	3,0					2 700
Стекло		20				90
Сода кальцинированная	2,7	75				60
Синтетический каучук из ацетилена	3,0	1600			86—102	15 000
Чугун	1,6—2	150	80—100			10,5

¹ Материалы XXIV съезда КПСС. М., Политиздат, 1971, с. 58.

производстве шин свыше 85%) составляют расходы на вспомогательные материалы, топливо и электроэнергию (удельный вес материальных затрат в себестоимости промышленной продукции в 1968 г. составлял 75%, в 1970 г. — 76,5, а в 1975 г. будет равен 77,5%).

Данные о расходе некоторых материальных ресурсов для ряда соединений и материалов приведены в табл. 2.

Приведенные в табл. 2 данные меняются с каждым годом, так как добываемое минеральное сырье содержит все меньшее количество нужного элемента. Так, содержание свинца и цинка в добываемой руде за последние сто лет уменьшилось в 8 раз и более.

Следует также иметь в виду, что в докладе на съезде Л. И. Брежнев подчеркивал: «Однако нельзя забывать, что на единицу производственной продукции добывающие отрасли в сравнении с обрабатывающими затрачивают значительно больше живого труда и капиталовложений»¹. Поэтому экономия сырья, материалов, топлива, электроэнергии и рабочего времени ² успешно служит дальнейшему ускоренному развитию народного хозяйства. Так, снижение удельных расходов на 1% равно экономии стали в 1975 г. в размере 1460 тыс. т, угля — 6950 тыс. нефти — 4960 тыс. т, газа — 3200 млн. м³, минеральных удобрений — 900 тыс. т.

Запланированное в девятой пятилетке уменьшение норм расхода сырья и других материальных ресурсов должно дать народному хозяйству в 1975 г. (по сравнению с 1970 г.) экономии более 50 млн. т условного топлива, 40 млн. м³ деловой древесины, 55 млрд. кВт·ч электроэнергии и много других видов сырья и материалов ³. Общая экономия материальных ресурсов в 1975 г. составит 8 млрд. руб.

Следует отметить, что непроизводительных потерь еще очень много. До 7 млн. т металла ежегодно переводится в стружку.

Строители ежегодно используют по стране до 1 млрд. т различных материалов (цемент, железобетон, металлы, древесину, стекло) на общую сумму более чем 57 млрд. руб.

¹ Материалы XXIV съезда КПСС, с. 58—59.

² За одну минуту в стране в 1974 г. выпускалось 250 т стали, 18 000 м ткани, добывалось 1270 т угля, 870 т нефти и строилось 20 квартир.

³ Экономия по топливу равноценна годовой добыче нефти в таких районах, как Баку и Грозный, взятые вместе, а по древесине — годовой заготовке леса в Красноярском крае и Иркутской области.

Но при этом допускается большой перерасход материалов.

Возьмем такой, казалось бы, незначительный пример. В квартире испортился кран. Из-за прокладки или по другой причине из него вытекает струйка воды толщиной в соломинку. За год при такой струйке вытечет 180—200 м³ воды, т. е. столько, сколько необходимо для производства 10 т стекла или для добычи 100 т нефти. К тому же на очистку и подачу в квартиру такого количества воды требуется до 150 кВт·ч энергии.

Ежегодно в нашей стране заготавливается более 30 млн. м³ деловой древесины и еще примерно 150 млн. м³ при этом теряется (пни, сучья, ветки; а при обработке — кора, стружки, опилки и прочие отбросы). Большие потери наблюдаются и при добыче других видов сырья: угля — около 25%, нефти — от 40 до 50, железной руды — до 20, калийных солей — примерно 50%.

К этим цифрам надо прибавить еще потери при перевозках. Особенно велики эти потери при транспортировке твердого топлива. Уголь выдувается ветром с платформ и полувагонов; он просыпается в щели. Такие потери составляют около 3%, что по стране превышает 20 млн. т (20—30 млн. руб. убытка). До 1%, а иногда и более остается нефти в танкерах и цистернах и в дальнейшем (при очистке) теряется.

Экономия в большом и малом позволяет из граммов и килограммов, сбереженных каждым из нас, получить мощный источник, способствующий успешному выполнению пятилетнего плана.

Научно-техническая революция меняет сложившиеся соотношения между видами используемого сырья, топлива, что без сомнения оказывает влияние на технологическую схему и применяемое оборудование. На это указывал еще В. И. Ленин: «Техника с невероятной быстротой развивается в наши дни, и земли, непригодные сегодня, могут быть сделаны завтра пригодными, если будут найдены новые приемы... То же относится к разведкам относительно минеральных богатств, к новым способам обработки и утилизации тех или иных сырых материалов и пр. и т. п.»¹. Так, по данным академика Н. И. Вавилова, 75% (по стоимости) всего сырья, которое использовалось промышленностью в 1925 г., составляли растительные продукты. За прошедшие 50 лет состав и виды сырья резко изменились.

¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 27, с. 381.

Появились новые виды сырья, а многие вчерашние отходы стали продуктами или используются для переработки как исходные вещества.

История техники знает большое количество примеров, когда использование отходов того или иного производства в качестве готового продукта или нового источника сырья коренным образом меняло технологию или вызывало к жизни новые отрасли производства; 70—80 лет тому назад бензин являлся «отходом» при переработке нефти (целевыми продуктами были керосин и минеральные масла). Примерно в те же годы при добыче хлористого натрия сопутствовавший ему хлористый калий выбрасывался в отвал; 35 лет назад уран являлся ненужным «отходом» при добыче радия. Совсем недавно выбрасывался нефелин, сопровождающий апатит.

Изменение объема и структуры сырья можно проследить по следующим данным: если в 1865—1866 гг. ежегодная мировая добыча минерального сырья составляла примерно 225 млн. т (из них почти 90% приходилось на долю угля и железа), то через 100 лет во всем мире каждый год добывалось более 10 млрд. т (но удельный вес угля и железа составлял уже только 30%). За 100 лет добыча минерального сырья выросла почти в 45 раз. По данным А. Е. Ферсмана, за последние 100 лет добыча угля и производство железа, меди, марганца и никеля возросла в 50—56 раз, а молибдена, вольфрама, алюминия и калия увеличилась за те же годы в 200—1000 раз.

Еще больше возрастет добыча минерального сырья в ближайшие десятилетия. Так, если примем количество добытого сырья на земном шаре в 1950 г. за 100%, то к 2000 г. оно увеличится в 14 раз, т. е. составит 1400%.

Отмечая важное значение химизации всего народного хозяйства для повышения эффективности общественного производства, А. Н. Косыгин в своем докладе на XXIV съезде КПСС подчеркнул, что «все возрастающие объемы производства, задачи всемерного повышения его эффективности требуют комплексного подхода к развитию не только основного производства, но и обеспечивающих его смежных производств». И далее: «Для ускоренного развития химической промышленности крайне важно добиться полной сбалансированности производства всех видов химической продукции — исходного сырья, химических материалов, полуфабрикатов, готовых изделий»¹.

¹ Материалы XXIV съезда КПСС, с. 141 и 150.

Особое внимание на XXIV съезде было уделено комплексному использованию сырья. Причем, как отмечено в Материалах съезда, рациональное использование любых природных ресурсов должно быть подчинено не только экономическим, но и социальным целям. «Принимая меры для ускорения научно-технического прогресса,— говорил в своем докладе на съезде Л. И. Брежнев,— необходимо сделать все, чтобы он сочетался с хозяйским отношением к природным ресурсам, не служил источником опасного загрязнения воздуха и воды, истощения земли»¹.

Поэтому тщательное изучение всех имеющихся природных ресурсов, правильное размещение предприятий с учетом запасов сырья, рациональная его добыча и возможность быстрой замены одного вида другими видами, полное и комплексное использование сырья с применением наиболее совершенной технологии, не допускающей выбросов в почву, водоемы и атмосферу, позволит обеспечить дальнейший, быстрый и гармоничный рост отечественного народного хозяйства.

ВИДЫ И КАЧЕСТВО СЫРЬЯ

а) Содержание элементов в земной коре

Создание материально-технической базы коммунизма зависит от добычи сырья, имеющихся разведанных и геологических запасов его.

Как известно, земная кора, или литосфера, является твердой оболочкой Земли толщиной 15—70 км; сверху она ограничена атмосферой и гидросферой. Кислород, кремний, алюминий, железо и кальций составляют более 92% веса земной коры. Если еще добавить 3 элемента: натрий, калий и магний, то 8 элементов образуют более 99%, а на все остальные почти 80 элементов остается менее 1% (см. табл. 3 — данные в вес. %).

Во Вселенной больше всего водорода и гелия, затем уже следуют кислород, углерод, натрий, кремний и кальций. Такие металлы, как медь, олово, цинк, свинец, никель давно применяются человеком, а их содержание в земной коре составляет сотые доли процента. Титана в земной коре больше, чем всех этих металлов, вместе взятых,

¹ Материалы XXIV съезда КПСС, с. 57.

да еще с добавкой углерода. Но так как соединения титана не образуют крупных залежей, то его не считают широко распространенным элементом. Да и получить чистый титан из его соединений несравненно тяжелей, чем любой из перечисленных металлов. А углерод в природе находится в концентрированном виде — в залежах каменного и бурого угля, сланцев, торфа, нефти, газа, известняка.

Т а б л и ц а 3

Химические элементы	Литосфера (на 16 км) по А. П. Ви- ноградову	Атмосфера	Гидросфера
Кислород	47,2	23,25	90,87
Водород	(0,15)		5,67
Кремний	27,6		
Алюминий	8,8		
Натрий	2,64		0,91
Железо	5,10		
Кальций	3,6		
Магний	2,1		
Калий	2,6		
Титан	0,6		
Азот	(0,01)	75,41	
Хлор	0,045		2,04
Аргон		1,286	

Некоторые элементы в природе встречаются в самородном виде (золото, серебро, медь, сера), другие в виде соединений, состоящих из двух или нескольких элементов (например, медные руды содержат еще 20—50 элементов), или в составе многих минералов. Так, железо находится более чем в 300 различных минералах, алюминий — в 250, медь — в 150. Всего в настоящее время в природе найдено около 10 000 минералов.

Все многочисленное сырье, которое использует промышленность, можно классифицировать по многим признакам — по запасам: невозобновляемое (руды, минералы, горючие ископаемые) и возобновляемое (вода, воздух, растительное и животное сырье); по состоянию: твердое (древесина, руды, уголь, минералы), жидкое (вода, нефть, рассолы) и газообразное (воздух, природные, попутные и промышленные газы); по составу: неорганическое (руды, минералы) и органическое (нефть, уголь, природные и

промышленные газы); по происхождению: природное и искусственное (кокс, химические волокна, промышленные газы). Кроме того, сырье можно подразделить на первичное (минеральное, растительное и животное, горючие ископаемые, вода, воздух) и вторичное (промышленные и потребительские отходы).

Природное сырье подразделяется на минеральное сырье, горючие ископаемые, воздух, растительное и животное сырье. В свою очередь, минеральное сырье делится на рудное и нерудное сырье и воду. Разнообразные железные, медные, хромовые, титановые и другие руды — рудное сырье; поваренная соль, фосфориты, апатиты, гипс, известняк, глина, сера — нерудное сырье. Горючие ископаемые: угли, нефть, сланец, торф, природный и попутный газы.

Из растительного сырья, как пищевого (подсолнечник, картофель, сахарная свекла), так и непищевого (дикорастущие и плантационные растительные организмы: древесина, каучуконосы, лекарственные растения, водоросли, хлопок, лен, конопля), получают сахар, масло, жиры, крахмал, алкалоиды (хинин, кофеин, морфий), витамины, антибиотики, краски, целлюлозу, бумагу, дубители, йод и другие важные соединения и материалы. Животное сырье (шерсть, натуральный шелк, пушнина, жиры) используется легкой (текстильная, кожевенная, мыловаренная) и пищевой (маслодельческая, сахарная), а также парфюмерной промышленностью. Кости животных идут для производства клея, костной муки. Отходы мясной промышленности используются для выработки альбумина, сывороток и пр. Растительные и животные жиры направляются на производство мыла и глицерина.

Наиболее дешевым и распространенным видом сырья является вода (используется для получения кислот, щелочей, процессов гидролиза, гидратации, электролиза). Напомним, что в морской воде содержится около 80 химических элементов, и если натрий и хлор вместе составляют 2,95% по весу, а O_2 и H_2 — 96,54%, то на остальные 76 элементов приходится примерно 0,5%. Воздух тоже очень дешевое и распространенное сырье. Кислород воздуха применяется для сжигания топлива, газификации, обжига, окисления, интенсификации ряда процессов, а азот воздуха — основной источник для получения аммиака, азотной кислоты и других соединений азота, столь важных для народного хозяйства.

По мере своего развития человечество потребляет все новые и новые виды сырья. Если в первой четверти нашего столетия важнейшим видом сырья для органической технологии являлась каменноугольная смола, а для неорганической — поваренная соль, то затем все шире и шире стали применяться нефть, некоторые нефтепродукты, природные, попутные и промышленные газы.

Из 8—10 углеводородов нефти и газов химии в настоящее время производят десятки тысяч различных химических соединений и материалов и в том числе кислоты, удобрения, пластмассы, химические волокна, пленки, искусственные кожу и мех, лаки и краски, каучук, красители, лекарственные и взрывчатые вещества, растворители, жидкое топливо, смазочные и специальные масла,

Т а б л и ц а 4

Годы	Производство бензола, млн. т в год			
	Западная Европа		США	
	Из нефти	Из угля	Из нефти	Из угля
1954	—	0,28	0,31	0,53
1960	0,03	0,74	1,04	0,50
1965	0,42	0,63	2,36	0,40
1970	2,10	0,60	3,60	0,40
1975 (план)	3,30	0,60	—	—

Т а б л и ц а 5

Годы	Все химические продукты, млн. т	Нефтехимические продукты, млн. т	Удельный вес нефтехимических продуктов, %	
			во всей химической промышленности	в промышленности органического синтеза
1950	43	8	19	50
1960	85	27	32	88
1966	141	48	34	95
1975 (план)	200	90	45	97

этиловый спирт, жирные кислоты, растворители, шины и многое другое, без чего немыслима наша жизнь и дальнейшее развитие технического прогресса. В табл. 4 и 5 показано сравнительное производство бензола из угля и нефти за последние 20 лет (Западная Европа и США) и рост нефтехимической промышленности США за те же годы.

По прогнозу, капиталистическими странами Западной Европы в 1985 г. будут использоваться 46 млн. т только 4 углеводородов (этилен, пропилен, бутadiен и бензол), аммиак (29 млн. т) и метиловый спирт. Для этой цели будет израсходовано менее 8 млн. т нефти и нефтепродуктов.

Если возьмем данные по изменению структуры сырья по отечественной промышленности аммиака и серной кислоты, то заметим, что и здесь наблюдается явно выраженная тенденция на использование более дешевых видов сырья, позволяющих улучшить технико-экономические показатели соответствующих производств (см. табл. 6 и 7—данные в %).

Т а б л и ц а 6

Сырье для производства серной кислоты	1965 г.	1970 г.	1975 г. (прогноз)
Колчедан	46,1	48,0	57,0
Сера	26,3	19,0	13,0
Отходящие газы других отраслей . .	21,5	25,0	23,0
Сероводород	7,1	7,5	6,6
Прочее		0,5	0,4

Т а б л и ц а 7

Сырье для производства аммиака	1965 г.	1970 г.	1975 г. (прогноз)
Природный и попутный газ	59,9	69,3	82,5
Коксовый газ	18,2	15,7	12,0
Твердое топливо	15,9	12,0	—
Жидкое топливо	—	—	3,5
Прочее	6,0	3,0	2,0

Использование любого вида сырья зависит от многих причин, наиболее важными из которых являются: ценность для народного хозяйства, содержание в земной коре, расположение, доступность и экономичность добычи и обогащения и некоторые другие факторы. Особое значение имеют крупные, гигантские и уникальные месторождения, и в частности те, что находятся в районах, которые с точки зрения экономики наиболее целесообразно и выгодно осваивать.

Бурное развитие техники, свидетелями чего мы являемся, требует все новых и новых материалов и, следовательно, увеличения добычи и непрерывных поисков сырья.

Но кроме основного сырья, требуются вспомогательные вещества, которые, хотя часто и не входят в состав конечного продукта, но активно участвуют в технологическом процессе, ускоряя его (инициаторы, катализаторы, растворители), понижая или повышая рабочую температуру (плавни, топливо), улучшая качество конечного продукта или изделия (стабилизаторы, противостарители, ингибиторы и т. д.). Так, в производстве алюминия, кроме основного сырья — глинозема, обязательно участвуют криолит, в присутствии которого температура плавления глинозема понижается с 2050 до 940—980°C, и углеродные материалы (кокс, антрацит, пек) для изготовления электродов. Изделия из обычного полиэтилена на солнечном свете сохраняют свои свойства около года, но при добавлении сажи они не изменяют их примерно 20 лет.

В производстве различных соединений и материалов различают: исходные вещества (углеводороды: метан, этан, этилен, пропилен, ацетилен, бутadiен, бензол, а также окись углерода, водород, сера, колчедан, азот и др.), промежуточные продукты (полупродукты) и готовые продукты. Полупродукты, являющиеся результатом предварительной химической переработки исходных веществ, имеют более сложное строение и, в свою очередь, могут служить сырьем для производства других соединений.

Продукт нефтехимической и коксо-бензольной промышленности — бензол является хорошим растворителем жиров, смол, каучука, серы и других соединений. В то же время сам бензол является исходным сырьем для получения нитробензола, анилина, хлорбензола, фенола, этилбензола, изопропилбензола и других продуктов и полу-

продуктов, используемых для изготовления красителей, пластмасс, ядохимикатов, лекарственных препаратов, химических волокон, взрывчатых веществ и т. д. (см. рис. 1).

6) Наши запасы

Сырье далеко не одинаково распределено по различным странам. Есть такие страны, где нет нефти, калийных солей, фосфоритов, марганца, железных руд, многих редких металлов и т. п. Так, США во время второй мировой войны ввозили 65 различных видов полезных ископаемых, а сейчас ввозят асбест, хромиты, йод, ильменит, марганцевые, кобальтовые и никелевые руды. В ФРГ из собственных источников хватает нефти на 5% потребления, железных руд — на 7, а свинца — на 23%.

По подсчетам зарубежных ученых, известных запасов большинства видов сырья хватит на несколько десятков лет (табл. 8).

Т а б л и ц а 8

Наименование сырья	На сколько лет хватит	
	Из расчета существующего потребления	Из расчета ежегодного роста потребления
Уголь	2300	111
Нефть	31	20
Природный газ	38	22
Руды		
Железные	240	93
Алюминиевые	100	31
Медные	36	21
Свинцовые	26	21
Марганцевые	97	46
Хромовые	420	95
Никелевые	150	53
Вольфрамовые	40	28
Цинковые	23	18

Конечно, авторы подсчетов могли и ошибиться в некоторых данных, но цифры достаточно красноречивы.

Наша страна обеспечивает все отрасли промышленности и сельского хозяйства необходимыми видами

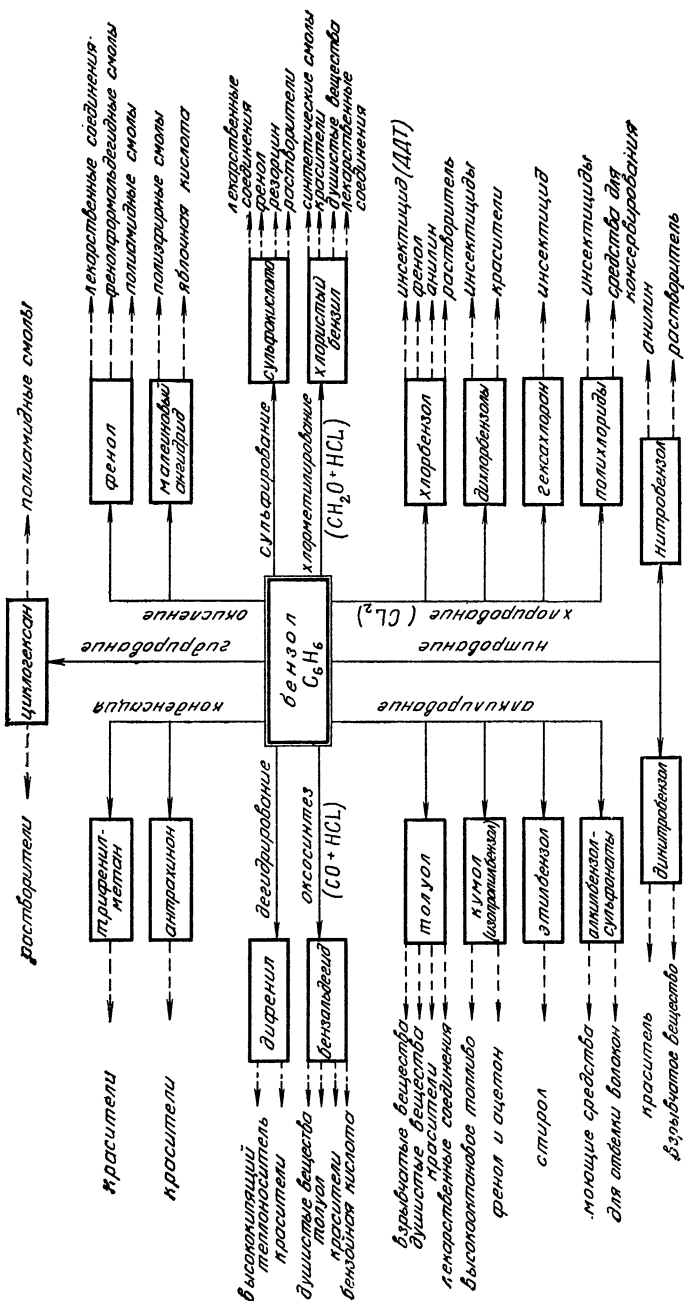


Рис. 1. Принципиальная схема переработки бензола

сырья¹, по многим из которых Советский Союз занимает первое место.

За годы Советской власти на территории только РСФСР открыто более 10 000 месторождений различного сырья, из которых примерно 4000 уже освоено. Известны месторождения нефти в Баку, Татарии, Башкирии, Западной Сибири, газа — в Западной Сибири, Якутии, Коми АССР, Оренбургской области; угля — в Донбассе, Кузбассе, Караганде, Якутии, Красноярском крае, Казахстане; меди — в Удокане (Сибирь), Дзержинске (Казахстан), Талнахе (Таймыр); железной руды — в Кривом Роге, Курской магнитной аномалии, на Кольском полуострове, Дальнем Востоке; серы — в Туркмении и в Западной Украине; олова — в Киргизии и Хабаровском крае; апатитов — в Хибинах; фосфоритов — в Каратау, Кировской и Ленинградской областях. Огромные залежи калийных солей, кроме Соликамска, найдены в Белоруссии, вблизи Амударьи и в Волгоградской области. В Норильске — полиметаллические руды; молибденовые руды — в Красноярском крае и Армении; алмазы — в Якутии. В 52 страны мира мы экспортируем более 50 видов сырья и продуктов его переработки.

РАЦИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЫРЬЯ

а) Для чего обогащают сырье

Полезные ископаемые нужно не только найти (организовать их добычу и доставку на поверхность), но и очистить от примесей, обогатив содержание нужного вещества, полезного для данной отрасли промышленности. Как правило, каждое месторождение руды, угля, нефти, газа имеет большее или меньшее количество примесей. А любое изменение состава сырья вызывает нарушение установленного технологического процесса. Поэтому в первую очередь природное сырье надо освободить от примесей, могущих в какой-то степени отрицательно повлиять на ход химического процесса. Такими примесями являются,

¹ В народном хозяйстве в настоящее время используется более 165 видов минерального сырья.

например, пустая порода при добыче каменного и бурого углей или сланца; влага, всегда находящаяся в любом полезном ископаемом, пыль, сероводород и другие сернистые соединения, обычно загрязняющие природные и промышленные газы и нефтепродукты, а также другие элементы и соединения.

В промышленности применяются разнообразные способы очистки и разделения руд, жидкостей и газов. При этом нужное вещество получается в более концентрированном виде, а примеси и пустая порода отделяются в виде отходов (хвосты). Это и есть обогащение.

Чем полнее проведенное обогащение, тем меньше в нужном сырье (концентрате) осталось балласта, тем выше скорость процесса (U), так как в аппараты загружается больше требуемого исходного вещества. Как известно, важнейшей задачей технологии является широкое внедрение в производство достижений науки и техники, не только для увеличения скорости процесса и соответствующего повышения производительности используемых аппаратов, но и для коренных изменений технологических процессов и используемых источников сырья. И все эти меры направлены на повышение количества выпускаемой продукции и улучшение ее качества при одновременном снижении себестоимости.

Скорость химико-технологического процесса в общем виде определяется формулой

$$U = k \cdot F \cdot \Delta C, \quad (1)$$

где k — константа или коэффициент скорости процесса; F — поверхность соприкосновения взаимодействующих фаз; ΔC — движущая сила процесса.

Как видно из уравнения (1), для повышения скорости процесса следует увеличивать определяющие величины k , F и ΔC . Рассмотрим движущую силу. Для обратимых процессов она равна:

$$\Delta C = C_d - C_p, \quad (2)$$

где C_d — действительная концентрация компонента в данный момент; C_p — равновесная концентрация компонента в тот же момент.

Таким образом, повышение движущей силы процесса

может быть осуществлено увеличением C_d или уменьшением C_p или же одновременным изменением обеих указанных величин в нужном направлении. Увеличение концентрации взаимодействующих веществ, т. е. обогащение исходного сырья, является одним из наиболее распространенных приемов, способствующих интенсификации процессов и применяемого оборудования.

Кроме того, обогащение сырья обеспечивает получение более концентрированных продуктов и, следовательно, позволяет более рационально использовать транспорт. Так, возьмем, например, производство удобрений. В выпускаемых удобрениях находится от 20 до 60% полезных компонентов. Следовательно, при производстве удобрений в количестве 90 млн. т (план 1975 г.) на сотни, а иногда и на тысячи километров приходится перевозить не менее 50 млн. т никому не нужного балласта. Повышение среднего содержания питательных веществ в удобрениях только на 6,5% против существующего (в 1970 г. — 29,5%, а в 1975 г. — 36%) позволит сократить объем перевозок удобрений на 12 млн. т и высвободить тысячи вагонов.

б) Подготовка сырья и его обогащение

Подготовка и обогащение полезных ископаемых осуществляется обычно в следующей последовательности: 1) сортировка по размерам кусков; 2) дробление и измельчение; 3) если нужно, то получение брикетов (брикетирование) и спекание; 4) обогащение; 5) обезвоживание; 6) пылеотделение.

Приемы обогащения твердых, жидких и газообразных веществ отличаются своим разнообразием и основываются на использовании различных физических и химических свойств сырья (см. табл. 9).

В химической и родственных отраслях промышленности широко применяется флотация, основанная на способности воды по-разному смачивать тонкоизмельченные ($\sim 0,2$ мм) зерна различных минералов. Для ускорения и улучшения флотации в аппарат добавляют химические реагенты: собиратели (коллекторы), пенообразователи, подавители, активаторы и др. Улучшению флотации способствует предварительная обработка постоянным электрическим током растворов флотационных реагентов и техничес-

Т а б л и ц а 9

Основные свойства сырья, используемые для выбора метода обогащения	Метод обогащения	Используемые аппараты
1. Цвет и блеск минералов	Ручная рудоразборка	Концентрационные столы
2. Величина зерен	Грохочение, просеивание	Грохоты, сита, вибрационные сита
3. Форма зерен	Обогащение по форме	Грохоты, сита
4. Скорость движения зерен по наклонной плоскости или при качении	Обогащение по трению	Сита, наклонные плоскости
5. Плотность (удельный вес) и крупность зерен	Гравитационное обогащение	Концентрационные столы, желоба, отстойники
а) скорость падения в воздухе	Гравитационное воздушное обогащение	Циклоны
б) скорость падения в воде	Гравитационное мокрое обогащение	Промывочные машины, моечные желоба, отсадочные машины
в) всплывание материалов в тяжелых жидкостях и суспензиях	То же	Сепараторы, центрифуги, отсадочные машины
6. Электропроводность зернистых материалов	Сухое и мокрое электростатическое обогащение	Электростатические сепараторы
7. Магнитная проницаемость зернистых материалов	Сухое и мокрое магнитное обогащение	Электромагнитные сепараторы
8. Смачивание поверхности зерен жидкостями	Флотационный метод обогащения	Флотационные машины различного устройства
9. Разность температуры плавления или возгонки	Термическое обогащение	Устройства различного типа
10. Разное отношение к химическим реагентам	Химическое обогащение	Реакторы различного устройства

кой воды до подачи их во флотационную машину, а также электроокисление и электровосстановление пульпы в ходе флотации.

Флотогравитационная машина (производительность по исходному материалу 40—100 т/ч), показанная на ВДНХ, предложена для флотации различных руд разной крупности, а также для сгущения и обесшламливания крупнозернистых руд.

В текущей пятилетке в производство горных работ и технологию обогащения сырья внедрен целый ряд усовершенствований, позволивших улучшить не только технико-экономические показатели и в том числе качество получаемого сырья, степень его извлечения, но и условия труда обслуживающего персонала.

Отделение твердых веществ от жидкости производится обычными приемами: отстаиванием, простой и дробной кристаллизацией, центрифугированием, фильтрацией и другими методами.

Жидкости разделяются при помощи перегонки в ее различных вариантах (при атмосферном давлении, под вакуумом, с водяным паром, при помощи добавок других жидкостей) и с применением сорбционных процессов. Последние с успехом применяются и для разделения смесей газов. Кроме того, используется низкотемпературная ректификация.

в) Усреднение сырья и нормирование его расхода

Не только в разных месторождениях, но часто даже в одном месторождении залегают неравнозначные по составу полезные ископаемые. Такая неравномерность отрицательно влияет на ход технологического процесса, вызывая изменение тех или иных параметров, методов анализа, а часто и оборудования и мешая тем самым осуществлению автоматизации. Поэтому необходимо усреднять сырье до каких-то, заранее определенных, величин и строго контролировать его расход.

Возьмем такой пример. В 1913 г. весь чугун у нас в стране (да и во всем мире) выплавлялся из исходной железной руды. А с 1962 г. доменная шихта в СССР более чем на 90% состоит из офлюсованного агломерата. Дальнейшая стабилизация сырья в виде подготовленных железорудных окатышей дает все основания для автоматизации доменного процесса. Таким образом, широкое применение офлюсованного агломерата, окатышей, заранее отсортированного кокса, «дутья», обогащенного кислородом и природным газом и предварительно нагретым до высокой температуры, позволяет значительно повысить производительность доменных печей.

Но основой экономного отношения к сырью и другим материальным ресурсам является внедрение прогрессивных норм и нормативов. Дальнейшей задачей является орга-

низация работы таким образом, чтобы фактический расход сырья и материалов был меньше предусмотренных норм. За годы девятой пятилетки намечено снизить расход сырья по серной кислоте на 7,1%, метиловому спирту — на 6, соде каустической — на 6,8%. Снижение норм расхода сырья, наиболее оптимальная рецептура исходных веществ позволяют получать большую экономию на капитальных вложениях и эксплуатационных затратах.

г) Всегда ли нужны шахты и рудники

С каждым годом количество породы, перерабатываемой добывающей промышленностью страны, возрастает на десятки миллионов кубометров. Давно уже миновало то время, когда многие виды сырья с высоким содержанием нужных элементов и соединений залегали на небольшой глубине. Теперь для получения нужного сырья требуется перерабатывать колоссальные объемы горной массы, используя для этой цели глубокие шахты и дорогостоящее оборудование. Правда, там, где уголь или руда находятся близко от поверхности (Курская магнитная аномалия, Канско-Ачинский бассейн, Экибастуз), применяются открытые разработки.

Но можно добычу полезных ископаемых организовать физико-химическими и микробиологическими методами без всяких шахт и рудников, используя при этом и месторождения с низким содержанием нужного сырья.

Воздействуя на подземное месторождение горячей водой или газами, подавая различные растворители или другие химические соединения (растворы серной, соляной или азотной кислоты, аммиака, едкого натра), пропуская электрический ток, осуществляя подземную газификацию или обжиг различных сернистых и других соединений, многие полезные ископаемые там же под землей можно превращать в жидкое или газообразное состояние и в таком виде через соответствующие буровые скважины подавать на поверхность. Так, добыча меди подземным выщелачиванием в 3 раза дешевле, чем с помощью шахт, и при этом в 9—10 раз уменьшаются затраты труда.

Подземным растворением можно добывать поваренную соль, калийные и магнезиальные соли, натровую селитру, сульфат натрия, медный купорос, соду, буру, некоторые урановые соли и т. д. Используя растворы кислот и щелочей, можно перевести в жидкое состояние многие мине-

ралы, содержащие золото, серебро, медь, свинец, цинк, уран, бериллий, никель, алюминий, хром, торий, молибден и даже такие редкие элементы, как церий и лантан. Буру, озокерит, асфальт, имеющие низкую температуру плавления (80—90°C), переводят в жидкое состояние горячей водой. Для некоторых руд серебра, меди, свинца, цинка, сурьмы, ртути, теллура с температурой плавления от 150 до 550°C в специально пробуренные скважины опускаются горелки для сжигания газообразного или жидкого топлива, что и обеспечивает нужную температуру для плавления минералов.

Ряд сернистых соединений железа, меди, цинка, сурьмы, никеля и висмута подвергаются подземному обжигу, при котором образуются окислы металлов и сернистый газ, часть которого с водой дает сернистую и серную кислоту. В растворе кислот окислы легко растворяются и в таком виде извлекаются на поверхность. Используя различные вышеуказанные методы, а также биохимические процессы (газообразующие бактерии, «серные» бактерии), можно осуществить коренную перестройку добычи и обогащения полезных ископаемых, так как в этом случае они извлекаются с гораздо большей глубины (8—10 км), что приумножает запасы; при этом отпадает необходимость использовать людей на тяжелых подземных работах и одновременно повышается в 7—10 раз производительность труда.

Весьма перспективна и добыча полезных ископаемых со дна океанов, которая уже сейчас осуществляется двумя методами: эрлифтовым методом (через рабочую головку трубопровода, опущенного со специального судна, засасывается грунт) и конвейерным драгированием. Переработка добытой таким способом руды осуществляется затем гидрометаллургическим способом.

Новые методы добычи при их правильном и умелом использовании могут дать огромный экономический эффект.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В РЕШЕНИИ СЫРЬЕВОЙ ПРОБЛЕМЫ

Партия и правительство неоднократно указывали, что для выполнения намеченных планов надо работать с большей отдачей и мобилизовать все имеющиеся резервы. «Речь идет о том,— отмечал Л. И. Брежнев,— чтобы эконо-

номический рост все в большей степени происходил путем повышения производительности труда и ускорения научно-технического прогресса, путем более полного использования действующих производственных мощностей, путем повышения отдачи от каждого вложенного в хозяйство рубля, каждой тонны используемого металла, топлива, цемента, удобрений»¹.

В соответствии с решениями XXIV съезда КПСС темпы развития химической промышленности в 1,5 раза опережают темпы роста промышленности в стране в целом. Предусмотрено вести «дальнейшее развитие химических производств за счет повышения единичной мощности агрегатов и установок, а также создание непрерывных технологических процессов»².

Так, пущенная на Невинномысском химическом комбинате установка по производству аммиака (ее производительность 450 тыс. т в год, т. е. столько, сколько выпускали аммиака все заводы страны в 1948 г.) позволила повысить производительность труда в 5 раз и примерно в 20 раз снизить расход электроэнергии.

При непрерывном рациональном технологическом процессе улучшается степень использования сырья, повышается качество получаемой продукции и одновременно облегчается использование выделяющегося тепла и отходов производства. Например, при переходе на непрерывную работу Уфимский химзавод расходует на 1 т гербицидов на 2 кг фенола меньше, чем это было при периодической технологии.

Но полное и правильное решение сырьевой проблемы можно осуществить, только используя целый ряд взаимно связанных мероприятий. Рассмотрим наиболее важные из них.

а) Применение более дешевых видов сырья

С каждым годом возрастает потребление нефти и газа. Это лучшие и наиболее экономичные виды сырья. Для их добычи не надо шахт, они легко и удобно транспортируются на большие расстояния по трубам. Себестоимость добычи природного газа (учитывая затраты на бурение и на геоло-

¹ Л. И. Брежнев. Ленинским курсом. Речи и статьи. Т. 4. М., Политиздат, 1974, с. 90.

² Материалы XXIV съезда КПСС, с. 251.

гораздочные работы) в 3,5 раза ниже средней себестоимости добычи нефти и в 11 раз ниже средней себестоимости добычи угля. Использование нефтяного и газового сырья в химической промышленности позволяет снизить себестоимость ряда продуктов в 2 раза по сравнению с производством их из угля, а применение нефтепродуктов и газа вместо твердого топлива только в 1975 г. даст стране примерно 3 млрд. руб. экономии.

Использование природного газа для производства водорода и аммиака на его основе позволяет выпускать дешевые азотные удобрения. Если принять себестоимость 1 т азота в аммиаке за 100%, то в аммиачной воде она равна 102, в аммиакатах — от 117 до 124 и в аммиачной селитре — 145%. Применение для производства винилхлорида вместо ацетилена более дешевого этилена снизило себестоимость поливинилхлорида и улучшило другие технико-экономические показатели производства этого пластика.

Из отходящих газов заводов цветной металлургии и нефтеперерабатывающих установок производится более 25% серной кислоты, выпускаемой в стране. И эта кислота самая дешевая (скоро производство H_2SO_4 на заводах цветной металлургии достигнет 4,76 млн. т, а на нефтеперерабатывающих заводах — почти 0,8 млн. т).

Изменив профиль и шаг зубцов пил, улучшив частоту пропила древесины, можно получать более крупные опилки, пригодные для варки целлюлозы. И только использованием этого дешевого вида сырья можно выпустить дополнительно более 1 млн. т столь нужного стране продукта. Огарок, образующийся на заводах серной кислоты, после некоторой обработки становится хорошим и в то же время дешевым сырьем для заводов черной металлургии.

б) Использование местного сырья

Максимальное использование местных видов сырья высвобождает огромное количество транспорта и позволяет при хорошо и четко отработанном технологическом процессе, не ухудшая качества продукта, значительно снизить его себестоимость. Залежи бурых и каменных углей, разнообразные соединения, содержащиеся в термальных водах, некоторых озерах и заливах (Кара-Бугаз, Сиваш), известняки, доломиты, глины и другие полезные ископаемые, находящиеся в самых различных районах страны, могут успешно использоваться для ряда технологических

процессов. Бурые угли Канско-Ачинского бассейна, угли Тунгусского и Ленского бассейнов, Экибастуза, часть из которых может быть получена более дешевым открытым способом, кроме энергии, могут дать многие важные для химической промышленности исходные вещества и полупродукты и в том числе водород, метан и этилен.

Даже такое местное сырье, как бытовые отходы, может быть успешно переработано в удобрения. Построенный в Ленинграде для этой цели завод, перерабатывая в год 400 тыс. м³ мусора, выпускает 100 тыс. т компоста. Бытовой мусор Москвы при его переработке может дать в год 800 тыс. т удобрений, с помощью которых можно вырастить не менее 1 млн. т овощей и 700 тыс. т картофеля. В Англии и США испытаны установки, позволяющие из органической части бытового мусора и пищевых отходов получать нефтеподобные вещества и горючие газы.

В ближайшие время геологи должны направить свои усилия на улучшение географического расположения многих видов сырья (калийные соли, фосфориты, железные руды) во многих районах страны и особенно в Сибири и на Дальнем Востоке.

в) Комплексное использование сырья

Важнейшей задачей является дальнейшая разработка и быстрее внедрение в промышленность новых технологических процессов, обеспечивающих выпуск не только максимального количества конечных продуктов заданного состава, но и полное, комплексное использование всех элементов и соединений, входящих в тот или иной вид сырья. Нерациональное использование любых видов топлива, и в том числе его применение только в качестве источника тепловой энергии, приводит к огромным потерям органических веществ, являющихся важнейшим сырьем для химической и нефтехимической промышленности (в 1960 г. отечественная промышленность использовала 330 тыс. т углеводородов, а в 1970 г. уже примерно 3,1 млн. т углеводородного сырья; виден рост в 9,1 раза).

Еще Д. И. Менделеев подчеркивал: «Топить нефтяными остатками — не значит топить соломой, а все равно, что топить едва вытрясенными снопами, которые дали самое зрелое зерно...»¹

¹ Д. И. Менделеев. Соч., т. 10, с. 10.

Как правило, редкие и рассеянные элементы (литий, бериллий, скандий, галлий, рубидий, ниобий, индий, германий, тантал и многие другие) не имеют самостоятельных минералов и их добывают из руд и отходов цветной металлургии. Например, индий и кадмий получают из цинковой обманки.

Большое значение для экономии и правильного использования сырья имеют рациональный раскрой материалов (листовой прокат, ткани, кожа, фанера, пленки, пластики, картон, стекло), уменьшение веса изделий (особенно при металлообработке и в машиностроении), повышение коэффициента использования металлов (он сейчас в среднем равен 0,77) и других материалов, а также борьба с потерями как сырья, так и готовой продукции. В постановлении ЦК КПСС «О работе Министерства черной металлургии СССР, Министерства тяжелого, энергетического и транспортного машиностроения и Министерства монтажных и специальных строительных работ СССР по выполнению Директив XXIV съезда КПСС о повышении эффективности использования черных металлов» («Правда», 1974, 21 июня) отмечается, что экономное расходование металла является одним из важнейших условий удовлетворения народного хозяйства в металлопродукции. С этой целью надо уменьшать отходы и потери металлов, переводить на точное литье по выплавляемым моделям и приближать размеры поковки к форме готовой детали, выпускать сварные и клеевые конструкции, фасонные, точные и гнутые профили проката. Эти и другие мероприятия позволяют только в 1975 г. сэкономить 4 млн. т металла.

Потери удобрений только из-за их нерационального использования колеблются в пределах 4—5%, что в масштабах производства 1975 г. составляет около 4,5 млн. т.

Раскрой и резка стекла на стекольных заводах по заказам потребителей, а не на стройках, где допускаются большие отходы, а также перевозка его в специальных контейнерах обеспечивают экономию примерно 15 млн. м² ценного материала.

Расчеты показали, что экономия 1% материалов снижает себестоимость промышленной продукции в 4 раза больше по сравнению с тем, что получается при экономии 1% заработной платы. Повышение степени использования добытого сырья, его комплексное использование дают возможность расширить источники сырья. Так, бережное от-

ношение к сельскохозяйственному сырью и более полное его использование обеспечили в 1974 г. дополнительный выпуск 5000 т мыла, столько же маргарина и экономию примерно 20 тыс. т муки.

Более подробно комплексное использование сырья будет рассмотрено в последующих разделах.

г) Замена пищевого сырья

Замена пищевого сырья, используемого в промышленности, минеральным, растительным и другими его видами имеет огромное значение. Еще до сих пор в ряде технологических процессов применяются жиры (для производства мыла, моющих средств, олифы, шпаклевок, смазок, эмульсий, изготовления линолеума, клеенок, масляных крепителей, пропитки и отделки кож, замасливания пряжи), крахмал (для переплетных и малярных работ, при изготовлении электродов, игрушек), получаемый из картофеля и муки, казеин и т. д. Дальнейшее развитие производства новых видов каучука, синтетических моющих средств, полиакриламида, безмасляных лаков и красок, алкидных и других безмасляных олиф позволяет высвободить из промышленного потребления сотни тысяч тонн пищевых продуктов. Так, производство синтетических моющих веществ, жирных кислот, лаков и красок на основе синтетических смол за годы девятой пятилетки экономит более 2300 тыс. т животных и растительных жиров. Только получение шпаклевок и грунтовок на основе отходов коксохимических производств даст возможность ежегодно сберечь 25—30 тыс. т растительных масел и одновременно будет способствовать более комплексному применению коксохимической продукции.

д) Сырье недалекого будущего

Поступательный рост химической и нефтехимической промышленности требует все возрастающих количеств сырья. По подсчетам специалистов, предполагается увеличить в стране разведанные запасы многих полезных ископаемых в 2—3 раза. Следовательно, в ближайшие 10—15 лет появятся новые источники сырья, и многие из них будут содержать меньшее количество полезных ископаемых, чем существующие в настоящее время. В последние годы в США разрабатывают месторождения, содержащие всего 0,8%

меди, а по подсчетам американских специалистов, к 1980 г. придется использовать руду, содержащую только 0,5—0,6% меди, использовать отвалы шахт, металлургических, сернокислотных и других заводов. Будет организована добыча сырья на больших глубинах под землей и в океанах, а также еще более широко и активно будет эксплуатироваться прибрежная полоса морей и океанов. Уже сейчас более 75 стран мира ведут в прибрежной полосе активные поиски нефти и газа.

С каждым годом возрастает значение синтеза искусственных материалов и веществ, идентичных природным или даже обладающих более лучшим комплексом свойств. В ряде стран вместо природного газа вырабатываются искусственные горючие газы, искусственные нефтепродукты. Стереорегулярные каучуки, заменяющие натуральный, некоторые виды синтетических волокон, обладающих большой прочностью, износостойкостью и другими важными свойствами, с успехом применяются и в промышленности и для удовлетворения культурно-бытовых потребностей населения.

Важнейшей проблемой является опреснение воды, так как ее потребление населением, промышленностью и сельским хозяйством возрастает очень сильно. Уже сейчас подготовка очищенной воды превышает 7 млрд. м³ в сутки, т. е. более годового расхода всех прочих материалов, веществ и сырья, вместе взятых. И эта проблема находит свое решение в ряде стран мира.

КОМПЛЕКСНО И ПОЛНОСТЬЮ ИСПОЛЬЗОВАТЬ СЫРЬЕ

Почти 100 лет тому назад Д. И. Менделеев отмечал, что химия позволит наладить полную переработку сырья, рациональное использование отходов и в ближайшем будущем создаст новые материалы и соединения. В 1932 г. академик А. Е. Ферсман такими словами охарактеризовал значение комплексного использования сырья: «Комплексная идея есть идея в корне экономическая, создающая максимальные ценности с наименьшей затратой средств и энергии, но это идея не только сегодняшнего дня, это идея охраны наших природных богатств от их хищнического расточения, идея использования сырья до конца,

идея возможного сохранения наших природных запасов на будущее»¹.

Анализ показывает, что бензин, керосин, парафин, природный газ, ацетилен, каучук и многие другие вещества состоят из углерода и водорода. В то же время древесина, угли, целлюлоза, крахмал, сахар, уксусная кислота, спирт, глицерин и многие другие известные и широко применяемые в промышленности и быту соединения, кроме углерода и водорода, содержат еще кислород, а иногда небольшое количество азота или других элементов. Таким образом, одни и те же атомы, являющиеся в руках химиков своеобразными кирпичиками, служат для «построения» молекул самых разнообразных веществ, идущих и в пищу человека и используемых в качестве сырья для химических заводов или в виде топлива (см. рис. 1).

Железные руды часто содержат еще медь, титан, ванадий, кобальт, цинк, фосфор, серу, свинец, индий и другие редкие элементы. В полиметаллических рудах имеется до 50 и более ценных элементов², и в том числе: олово, медь, кобальт, вольфрам, молибден, серебро, золото, металлы платиновой группы. Причем часто эти сопутствующие элементы обладают даже большей ценностью, чем основные, ради которых было организовано все производство; заводы цветной металлургии сейчас дают стране почти все количество серебра, висмута, металлов платиновой группы, около 30% серы, до 10% цинка, свинца и меди. В 1940 г. в стране из руд извлекалось 34 элемента, в 1960 г. — 66, а в 1970 г. — уже 74 элемента. ЦК КПСС, рассматривая в 1972 г. работу партийных организаций Усть-Каменогорского свинцово-цинкового и Балхашского горно-металлургического комбината, отметил высокие показатели комбинатов по использованию сырья. Элементы, извлекаемые из руды (кроме цинка, меди и свинца), дают предприятиям от 33 до 50% всей получаемой прибыли.

Но примеси имеются и в других полезных ископаемых. В природном газе находятся азот, гелий, сера, а в составе конденсата — некоторые гомологи метана. В нефтях имеются различные соединения серы и им сопутствуют попутные газы, содержащие ценные углеводороды, а также пластовые воды, в которых находятся йод, бром и бор. В залежах угля находятся метан, германий, колчедан, сера, глинозем.

¹ А. Е. Ферсман. Комплексное использование ископаемого сырья. Л., Изд-во АН СССР, 1932, с. 19.

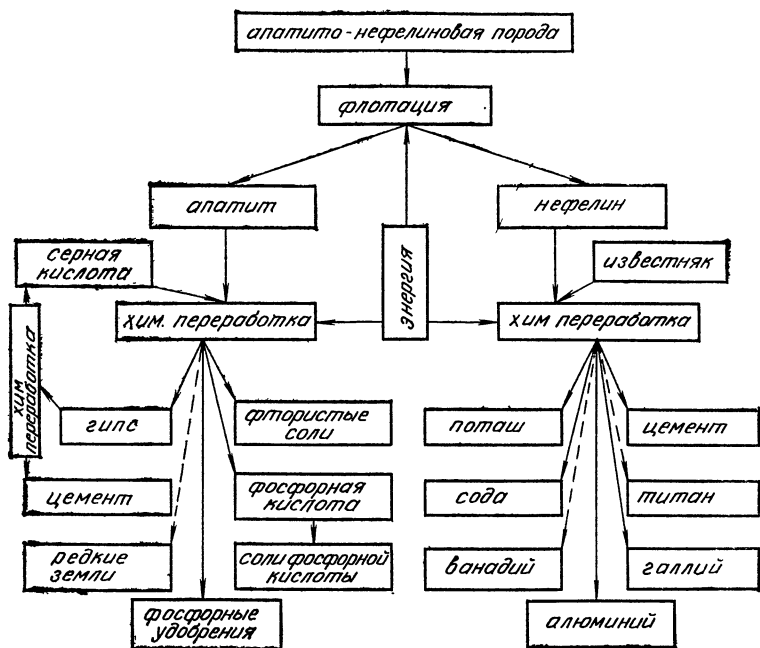


Рис. 2. Схема комплексного использования апатито-нефелиновой руды (сплошные линии означают процессы, уже осуществленные в промышленности)

Современная химическая технология представляет широкие возможности для комплексного использования добываемого сырья. В качестве примера можно указать переработку апатито-нефелиновой руды, которая флотацией разделяется на апатит и нефелин. Из апатита получают фосфорную кислоту, ее соли, суперфосфат и другие удобрения, фтористые соли, гипс, цемент и некоторые редкие элементы. Химическая переработка нефелина успешно осуществляется на алюминиевых заводах, которые в этом случае, по существу, являются металлургическо-химическо-цементными комбинатами, выпускающими алюминий, цемент, соду, галлий и некоторые другие продукты (рис. 2). Сода по этому методу в 3 раза дешевле, чем при обычном аммиачном способе. Одновременно образуются сульфат калия и поташ.

В настоящее время, когда в Хибинах обогащением извлекается апатитовый концентрат и пока частично — нефелин,

степень использования руды составляет около 65%. Полное извлечение нефелина позволит поднять этот коэффициент до 82%. А получение титаномагнетитовых концентратов из этой же руды позволит поднять коэффициент ее использования до 96%.

Следует отметить, что и обычный аммиачный метод производства соды при комплексном использовании сырья позволяет вырабатывать хлористый аммоний и хлористый кальций за счет ликвидации хлоридных промышленных стоков. Это позволяет не только снизить затраты используемого сырья, но также затраты энергии и топлива. При комбинировании с нефтедобывающей промышленностью образующуюся дистиллярную жидкость целесообразно закачивать в нагнетательные скважины нефтяных месторождений.

На основе огромных запасов сернокислого натрия (мирабилита) разработаны комплексные методы его переработки. При обменном разложении сернокислого натрия и двууглекислого аммония образуются сода и сульфат аммония, широко применяемый в сельском хозяйстве в качестве аммиачного удобрения. По другому предложенному способу, тоже обеспечивающему высокую степень использования исходного сырья, сернокислый натрий восстанавливается углем, затем следует двойная карбонизация образовавшегося раствора. В результате процесса образуется раствор соды и сероводород, который в последующем окисляется до элементарной серы.

При взаимодействии сильвинита ($KCl \cdot NaCl$) с двуокисью углерода и аммиаком образуются кальцинированная сода и хорошее сложное удобрение, состоящее из хлористого аммония и хлористого калия. В этом способе степень использования сырья составляет 97—98%.

Интересно и экономично комплексное использование карналлита ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$), когда кроме хлористого калия или других калийных солей выделяется металлический магний или его соли, а также бром и другие составные части исходного сырья. По одному из способов (рис. 3) образуются хлористые калий и натрий, хлористый водород, окись магния, хлор, бром, бертолетова соль ($KClO_3$), фибролитовые или ксилолитовые плиты. Использование отходов в этом случае не только повышает степень использования сырья, но и обеспечивает резкое сокращение промышленных выбросов, загрязняющих водоемы.

Разработана технология комплексного использования

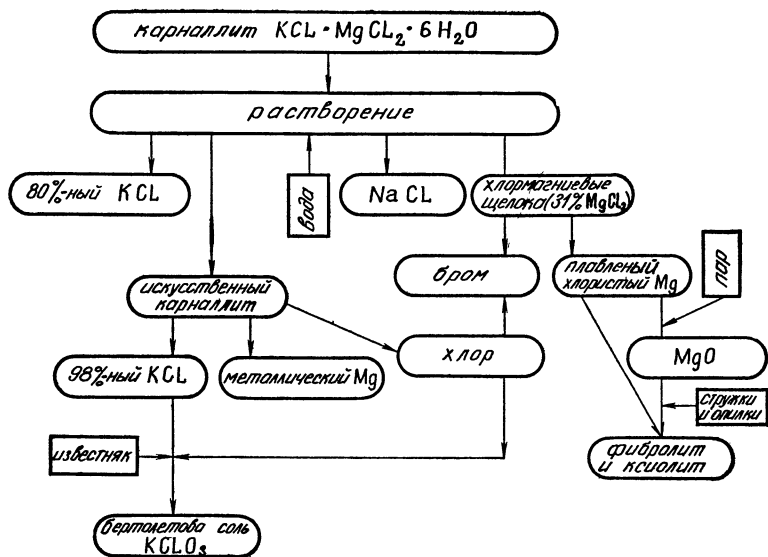


Рис. 3. Принципиальная схема комплексного использования карналлита

алунитов с выпуском глинозема, серной кислоты, силикатных изделий, сиенитов — с получением глинозема, цемента и ряда других продуктов.

В производстве уксусной кислоты каталитическим окислением жидкого бутана в присутствии таких катализаторов, как органические соли марганца или кобальта, кроме основного продукта образуются метилэтилкетон, метилацетат и этилацетат, которые используются как растворители для различных синтезов.

При алкилировании бензола пропиленом в присутствии фосфорнокислотного катализатора, серной кислоты или хлористого алюминия получается изопропилбензол, который можно использовать как ценную высокооктановую добавку к моторному топливу. В то же время из изопропилбензола получают метилстирол, применяемый в промышленности высокомолекулярных соединений.

Газовые выбросы аммиачного и метанольного производств до настоящего времени обычно сжигались. Только на Щекинском химическом комбинате ежегодно сжигалось до 163 млн. м³ СО и до 4 тыс. т диметилового эфира. Центральная лаборатория комбината предложила на ос-

нове этих соединений получать уксусную кислоту, что даст комбинату до 33 млн. руб. прибыли в год.

Одновременное получение из одного и того же сырья нескольких продуктов и кооперирование различных производств для использования одного сырья (см. далее) позволяет не только расширить источники сырья, но и повысить производительность труда, снизить себестоимость продукции и часто даже улучшить ее качество.

а) Найти применение всем отходам

По мере развития народного хозяйства растет и количество отходов. В среднем на 1 га территории страны за год образуется около 150 т отходов общественного производства. При разработке месторождений открытым способом в отвалы поступает колоссальное количество породы. Металлургические заводы и тепловые электростанции выбрасывают в отвал десятки миллионов тонн шлаков и золы. Около угольных шахт высятся терриконы, в которых часто воспламеняется и годами горит оставшийся уголь, рядом с сернокислотными заводами — горы огарка, у алюминиевых и содовых заводов лежат десятки тысяч тонн шлама.

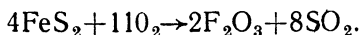
Отходы занимают большие пространства полезной земли (для разработки Курской магнитной аномалии в Белгородской области каждый год отводится до 2% пашни и других ценных земель), их надо транспортировать, выгружать, за ними надо наблюдать. Предприятия вынуждены выделять на содержание специальных работников огромные средства.

Примерно 70 млн. т шлака образуется ежегодно на металлургических заводах, и они занимают более 3000 га. На заводах цветной металлургии скопилось до 200 млн. т шлаков. В шлаках содержится от 5 до 7% металла и более 43% окислов Ca и Mg, а в некоторых шлаках, в небольших количествах, есть и такие элементы, как Co, В и Mo. При переработке только 1 млн. т шлака можно получить 600 тыс. т Fe, 60 тыс. т Zn и 7,5 тыс. т Cu.

На тепловых электростанциях в 1973 г. было получено 65 млн. т золы. На содержание золоотвалов, занимающих до 1500 га, каждый год расходуется примерно 150 млн. руб.

На агломерационных фабриках для производства агломерата из сернистых руд выжигается сера, часть которой улавливается известковым молоком и направляется в отвал, а другая часть (а это тысячи тонн серы) в виде SO_2

выбрасывается в атмосферу. На тепловых электростанциях, использующих мазут, ежегодно в составе образующегося нагара скапливается и выбрасывается в отвал более 3 тыс. т ценного ванадия! До сих пор в отвалы сбрасывается огарок, образующийся в результате сжигания колчедана в производстве серной кислоты:



К концу девятой пятилетки его накопилось почти 35 млн. т, и в нем содержится 18 млн. т Fe, 450 тыс. т Zn, 110 тыс. т Cu, 350 т Ag, 56 т Au. Огарок после извлечения из него ценных металлов является хорошим сырьем для заводов черной металлургии.

Ежегодно по стране поступает в отвалы 20—25 млн. т железистых кварцитов, так как до сих пор еще не найдены достаточно эффективные методы их обогащения.

В Верхне-Камском калийном бассейне в добываемой руде содержится примерно 27% KCl. В результате на обогатительных фабриках на каждую тонну калийного удобрения образуется от 3 до 4 т отходов.

Каждый год сжигается 2,5 млн. т бумаги, для изготовления которой требуется 15 млн. м³ древесины, или 100 тыс. га лесных насаждений.

При переработке сельскохозяйственного сырья также образуются большие количества отходов и побочных продуктов. Десятки тысяч тонн льняной, конопляной и другой костры, отходы маслоэкстракционной промышленности (хлопковый шрот, жмых, шелуха), мукомольной (отруби, лузга, зерноотходы), мясной (кровяная и костная мука), молочной (обрат, сыворотка), спиртовой и пивоваренной (барда, дробина), консервной (косточки) и другие отходы используются еще далеко не полностью. О степени использования этих отходов можно судить по данным табл. 10.

Т а б л и ц а 10

Наименование отрасли промышленности	Процент использования образующихся отходов
Мукомольно-крупяная	92,2
Маслобойная	75,1
Молочная	47,7
Мясная и рыбная	34,2
Сахарная и спиртовая	23,2

Следует при этом иметь в виду, что корнеплоды часто плохо очищаются от земли, и на свекле, картофеле, моркови, турнепсе остается до 8% земли и более. В результате безвозвратно теряются миллионы тонн наилучшей почвы. Подсчет показывает, что ежегодно только в зоне Киевского сахарного треста до 3 тыс. автомобилей в течение двух месяцев возят с полей на заводы не свеклу, а землю.

Нерадивому использованию природных богатств должен быть положен конец.

Разумеется, для каждого из отходов характерно наличие тех или иных примесей, общее количество которых часто велико. Это усложняет их непосредственное использование и переработку. В то же время количество некоторых соединений в отходе иногда превышает их содержание в обычном сырье. Например, в отходах производства синтетических витаминов А, В₁ и В₂ количество брома примерно в десятки раз больше его содержания в обычно используемом сырье.

При производстве хлопкового масла в отходах концентрируется витамин Е, для производства которого синтетическим путем используется длительный технологический процесс с несколькими стадиями.

Откачиваемые подземные воды горнорудных шахт Кривого Рога оказались аналогичными по своим свойствам водам курортов «Эльтон», «Ижевск» и др.

Таким образом, комплексное использование сырья позволяет сократить расходы на перевозку, свести до минимума площади, занимаемые отвалами, и одновременно снизить загрязнение окружающей среды.

б) Использование твердых отходов в строительстве и других отраслях народного хозяйства

В Директивах съезда указано: «Шире использовать для изготовления строительных материалов попутные продукты других отраслей (шлаки, золы, нерудные материалы)»¹. Скальные породы и песок, сопровождающие угли, сланец, руды, а также шлаки, зола и отходы, образующиеся при обогащении и комплексной переработке полезных ископаемых, — это огромный источник сырья как для производства разнообразных строительных материалов (цемент, кирпичи, пли-

¹ Материалы XXIV съезда КПСС, с. 258.

ты, стеновые блоки, трубы, строительные и штукатурные растворы), так и удобрений.

Каждая тонна шлака при обогащении ее в огненно-жидком состоянии известью и другими активными добавками может дать до 2 т цементного клинкера. Производство 10 млн. т гранулированного шлака, используемого в производстве портландцемента, позволяет экономить до 30 млн. руб.

Литые изделия из шлака заданной формы и размеров в виде труб, фасонных изделий, плит для облицовки полов и тротуаров, брусчатки для дорог широко применяются в ряде стран. В США для производства кирпичей используется смесь из 72% летучей золы, 25% шлака угольных электростанций и 3% силиката натрия (в качестве связующего).

Шлаковая пемза, обладающая пористой структурой и высокими теплоизоляционными свойствами, — отличный заполнитель для легких бетонов и может быть отлита в виде стеновых панелей, блоков и плит. Легкий вес имеет шлаковая вата (1 м³ весит от 70 до 250 кг). Она негорюча, не гниет и выдерживает нагрев до 600°C.

Шлакоситалловые изделия, заменяющие металл и керамику, могут быть получены с заранее заданными свойствами. Об исключительной прочности ситаллов свидетельствует следующий факт: наконечник гидромонитора из специальной нержавеющей стали выходит из строя через две недели работы, а из ситалла работает более двух месяцев и стоит в 10 раз дешевле.

Из обломков железобетона можно получить тысячи кубических метров щебня, превосходящего по своей прочности известковый, а арматура, очищенная от бетона, является вторичным сырьем для металлургических заводов.

Медеплавильные шлаки, используемые для дорожных покрытий, оказались гораздо долговечнее асфальтобетона. Пыль из отходов цементных заводов, смешанная с алюминиевым порошком, небольшим количеством цемента и воды, легко превращается в прочный бетон. Сланцевая зола с успехом используется для дорожных покрытий, известкования почв, производства сланцепорита и строительных деталей.

При спекании шихты, составленной из глинистых пород или отходов от добычи, обогащения или сжигания угля, образуется пористый прочный высококачественный материал — аглопорит. На Волховском алюминиевом заводе

при производстве цемента добавляют 15% нефелинового шлака, что снижает себестоимость продукции на 40% и более.

Интересен опыт комплексного использования сырья на заводе «Азовсталь». При годовом производстве 5 млн. т чугуна завод ежегодно дает около 1 млн. т гранулированного шлака, 950 тыс. м³ шлаковой пемзы, 320 тыс. м³ шлаковаты и более 1 млн. м³ литого щебня и получает от реализации этих материалов 7 млн. руб. чистой прибыли.

На Челябинском металлургическом заводе конверторные шлаки, содержащие до 15% железа, были использованы как флюсы в доменном производстве, что позволило предприятию сберечь за год 3 тыс. т металла. Сталеплавильные шлаки на Ждановском металлургическом заводе используются как добавки к доменной шихте, а ферросилициевые шлаки на Кузнецком металлургическом комбинате — для раскисления стали.

Междуведомственное совещание, проведенное в Москве в 1974 г., признало необходимым обеспечить в ближайшие 6—7 лет полное использование доменных и сталеплавильных шлаков на крупнейших металлургических заводах страны. С этой целью Министерство черной металлургии разработало программу комплексного использования шлаков, в соответствии с которой будет выпускаться шлаковая мука для сельского хозяйства, строительные материалы и одновременно будут извлекаться находящиеся в шлаке металлы.

Образующиеся при переработке фосфористых руд так называемые томассовские шлаки (25% от веса чугуна), содержащие 14—16% P_2O_5 , являются хорошим фосфорным удобрением; их применение обеспечивает повышение урожая картофеля, сахарной свеклы и кукурузы на 40%. Для этой же цели, в качестве микроудобрений, могут быть использованы медьсодержащие огарки, а также отходы, образующиеся при производстве Mn, Co, Mo, Fe и ряда других элементов. Так, в результате внесения в почву в течение 1967—1973 гг. шлаковых удобрений только в Свердловской области получен экономический эффект в сумме около 1,7 млн. руб.

Отходы углеобогащения могут быть с успехом использованы в виде выгорающих добавок в производстве кирпича или для производства горючего газа. Из отходов коры, древесины и цемента получается прочный и дешевый коробетон. Созданный на основе отходов хлопка полимербетон является основой для кровельных плит. Пековолокнистые

плиты, трубы, изготовленные на основе бумажной макулатуры с последующей пропиткой каменноугольным пеком, с успехом заменяют асбоцементные.

Примеров использования твердых отходов в различных отраслях народного хозяйства много, но еще далеко недостаточно.

в) Вторичное сырье и его применение

Партия и правительство настоятельно требуют: «Полнее использовать в народном хозяйстве вторичные сырьевые и топливно-энергетические ресурсы и отходы производства»¹. Повторное использование лома и отходов черных и цветных металлов, изношенных шин и резинотехнических изделий, вышедших из употребления полимерных материалов, текстильных волокон, тары, стеклобоя, улов растворителей и других химикатов, регенерация отработанных масел, восстановление изношенных деталей позволяют дополнительно вовлечь в общественное производство крупные ресурсы.

Каждая тонна металлолома, доставленная в сталеплавильные цеха, заменяет до 4 т природного сырья (руда, коксующиеся угли, известняки) и позволяет сберечь только по капиталовложениям до 150 руб., и 32 руб. — на эксплуатационных расходах. Более половины стали, производимой в стране, выплавляется из металлолома. Примерно 40% мирового производства цветных металлов производится тоже из лома.

В нашей стране ежегодно расходуется более 1 млн. т таких высококачественных полимерных материалов, как каучук, химические волокна, а также металлокорд — для выпуска шин. И каждый год 1,1 млн. т изношенных покрышек выходят из строя. Их используют для предохранения от ударов на пристанях, судах, в опасных местах на дорогах. Измельченные шины, смешанные с гравием и асфальтом, образуют прочное, эластичное дорожное покрытие. Предложено также измельченные шины, после извлечения корда, применять как удобрение. Комплексное использование 1 млн. т изношенных шин дает возможность получить до 750 тыс. т резины, примерно 150 тыс. т химических волокон и почти 40 тыс. т стали. Регенерат из шин и резинотехнических изделий употребляется для производ-

¹ Материалы XXIV съезда КПСС, с. 247.

ства гидроизоляционных строительных материалов и выпуска подошв.

Велики возможности и для возвращения в производство разнообразных текстильных волокон, и в том числе шерстяных, капроновых, вискозных и других отходов; 1 т шерстяного тряпья — это 800 кг шерсти, получаемой с 250 овец.

Лаки содержат до 50—60% (по весу) растворителя. Его улов и хотя бы частичное возвращение не только дадут экономии материальных ресурсов, но и уменьшат загрязнение атмосферы.

На производство тары ежегодно тратится 35—38 млн. м³ древесины. Уже сейчас повторное использование тары позволяет экономить около 20 млн. м³ лесных материалов. Но если бы часть тары не уничтожалась, а ремонтировалась и возвращалась, выгода была бы гораздо больше. В «Известиях» указывалось, что только в Москве в виде тары ежегодно сжигается не менее 20 тыс. м³ древесины.

Из макулатуры, собранной в стране в 1973 г., можно было бы выработать 1,7 млн. т бумаги и картона и сэкономить при этом до 7 млн. м³ деловой древесины. Но возвращается, к сожалению, не более 20% используемой бумаги и картона. В ФРГ, Англии и Японии почти 50% всей выпускаемой бумаги и картона производится из макулатуры.

Каждая тонна стеклянного боя, возвращенная в производство, экономит государству 270 кг кальцинированной соды. Битое стекло может быть также использовано для производства пеноматериалов, стеклянных блоков и даже для . . . дорожных покрытий.

Регенерация отработанных масел позволяет экономить большие средства. Так, на металлическом заводе имени XXII съезда КПСС (Ленинград) каждый год сохраняют до 85 т свежих нефтяных масел (за счет регенерации использованных) на сумму 17 тыс. руб.

Получающиеся при очистке нефтяных дистиллятов кислые гудроны, щелочные отбросы и другие отходы могут быть использованы, после некоторой переработки, для получения удобрений, мастики, колесной мази, различных пропиточных масс, мылонафта, асидола, препаратов для борьбы с вредителями сельского хозяйства.

Молочная сыворотка, большая часть которой сбрасывается в канализацию (ее ежегодно скапливается до 6,5 млн. т), добавленная в бетон, не только сокращает рас-

ход цемента на 5—7%, но и замедляет сроки схватывания, что позволяет более эффективно использовать бетонную смесь при ее длительных перевозках.

Подсчеты показывают, что использование вторичного сырья в 1975 г. (в 1973 г. было собрано 3 млн. т вторичного сырья) позволило сэкономить примерно 11 млн. м³ деловой древесины, 700 тыс. т текстильного сырья, 200 тыс. т синтетического каучука, что обеспечило выпуск всевозможных изделий на сумму более 1 млрд. руб.

Большое значение имеет и использование вторичных энергоресурсов за счет утилизации тепла горячих газов и жидкостей, уходящих из аппаратов, тепла, выделяющегося в ходе экзотермических реакций, тепла, образующегося при тушении кокса. Применение рекуператоров, регенераторов, котлов-утилизаторов, улучшение теплоизоляции агрегатов и т. д. обеспечит в ближайшее время экономию миллионов тонн топлива. Так, замена водяного тушения кокса сухим тушением дает возможность не только ликвидировать выбросы вредных веществ в атмосферу и водоемы, но и получить на каждую тонну кокса полтонны сухого пара.

г) Факелы погаснут

До сих пор в ряде месторождений нефти и газа горят факелы. Эта «иллюминация» дорого обходится государству. Горит попутный газ, так как не всегда обеспечиваются его своевременный улов и переработка; горят факелы на нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятиях, обеспечивая безопасную и безаварийную работу ряда технологических установок.

По истечении девятой пятилетки использование ресурсов попутного газа должно повыситься с 60% в 1970 г. до 86% в 1975 г. С этой целью должно быть построено 3500 км подводящих и магистральных газопроводов для подачи попутного газа на газоотбензинивающие установки и крупные газоперерабатывающие заводы. О масштабах работы можно судить по строительству оренбургского газоперерабатывающего комплекса. По объему затрат строительство этого комплекса ненамного уступает КамАЗу.

Необходимо организовать использование метана, выделяющегося на угольных шахтах. Это большие объемы дарового газа. Так, только на 20 шахтах «Карагандауголь» в течение года извлекается до 120 млн. м³ газа, а к 1980 г., как показывают расчеты, эта цифра возрастет более чем

в 8 раз и превысит 1 млрд. м³. В настоящее время этот газ утилизируется недостаточно. В Донбассе на метано-воздушных смесях работает 31 котельная, а в Караганде — только 3.

д) Очистка промышленных выбросов

Охрана природы — почвы, водоемов, атмосферы — все-народное дело. Человек без воды может прожить несколько дней, без пищи — несколько недель, а без воздуха — только несколько минут. В сутки каждый человек потребляет воздуха примерно в 20 раз (по весу) больше, чем воды, и в 15 раз больше, чем пищи. От качества воздуха и воды зависит не только здоровье, а следовательно, и жизнь людей, но и состояние лесов и парков, животного мира и многое другое. Так, от загрязнения городского воздуха окислами серы и других вредных веществ металлические крыши и конструкции в городах разрушаются в 5—6 раз быстрее, чем в сельской местности, а жизнь растений сокращается в 4—5 раз.

Приведем еще несколько цифр. С 1850 по 1958 г. на Земле сожжено 90 млрд. т угля и выброшено на поверхность земли 18 млрд. т шлака. В атмосферу при этом поступило 3 млрд. т золы, 1,35 млрд. т кремния, 1,5 млн. т и более мышьяка, 3 млн. т никеля, кобальта, цинка и сурьмы.

Сейчас в мире ежегодно сжигается более 3,5 млрд. т твердого топлива и около 2,5 млрд. т нефтепродуктов. И в результате образуется более 700 млн. т шлака. К тому же при добыче полезных ископаемых выбрасывается не менее 7—8 млрд. т пустой породы. В результате промышленной деятельности выбрасывается более 700 млрд. м³ сточных вод, 250 млн. т пыли (кроме естественной) и десятки миллионов тонн токсичных газообразных веществ.

По оценкам зарубежных специалистов, каждый год большая часть химических веществ (примерно около 20 млн. т) после использования, или даже минуя потребителя, попадает в почву, водоемы и атмосферу. Это около 10 млн. т растворителей, 1,5 млн. т поверхностно-активных веществ, до 1 млн. т ядохимикатов, почти 1 млн. т газообразных соединений, 2 млн. т (10% от мирового потребления) смазочных веществ.

США, население которых составляет менее 6% населения Земли, потребляют около 40% мировых природных ресурсов и выбрасывают загрязнений до 50% от общего количества, т. е. примерно $180 \cdot 10^6$ т в год. В этих выбро-

сах содержится до 600 тыс. разнообразных химических соединений. Над Нью-Йорком, Чикаго, Лос-Анджелесом, Токио висят ядовитые облака, выливающие на поверхность земли миллионы тонн химических соединений. Американская печать сообщает, что химические вещества, находящиеся в атмосфере, за последние 10 лет явились прямой или косвенной причиной смерти 108 тыс. жителей Нью-Йорка.

Цифры наглядные и горькие, свидетельствующие о том, что наряду с бурной научно-технической революцией и резким ростом промышленности в капиталистическом мире осуществляется недальновидная деятельность, наносящая исключительный вред окружающей природе.

С 1960 по 1970 г. объем различных токсичных веществ, выброшенных в атмосферу, удвоился, и если не будут осуществлены действенные меры, то к 1980 г. объем промышленных выбросов в атмосферу вновь возрастет в 2 раза.

Резко увеличивается потребление кислорода. Для выпуска 1 млн. т чугуна требуется «дутье», содержащее около 30% O_2 в количестве $1,26 \cdot 10^7$ м³. При конверторном методе получения стали используется технический O_2 (98% O_2). Из 300-тонного конвертора ежеминутно вылетает 2400 м³ газа, содержащего большое количество пыли. Из 500-тонной мартеновской печи в минуту вылетает более 1600 м³ продуктов сгорания, содержащих CO_2 , CO, N_2 и пыль (на 1 кг стали — 1 кг мельчайшей пыли с размером частиц $1 \cdot 10^{-7}$ см).

Тонна угля при сгорании требует такого количества кислорода, которого хватило бы 10 человекам для дыхания в течение года. Автомобиль за 1000 км пробега потребляет столько O_2 , сколько его необходимо для дыхания человеку в течение года. Кроме того, за сутки работы автомобиля выделяется до 1 кг выхлопных газов, и в них окислы углерода, азота, серы, различные углеводороды, альдегиды, соединения свинца и пр. А в мире сейчас более 260 млн. автомобилей (100 млн. автомобилей в США потребляют кислорода в 2 раза больше, чем его создает фотосинтез на территории США). На перелет самолета типа «Боинг» через Атлантический океан требуется более 50 т кислорода. Таким образом, за последние 50 лет из атмосферы взято столько кислорода, сколько все человечество использовало за 1 млн. предыдущих лет. Ожидается, что к середине следующего столетия промышленное потребление кислорода будет равно количеству, которое дает фотосинтез, и после-

дующий рост производства может вызвать уже понижение количества кислорода в атмосфере.

Одновременно возрастает выброс в атмосферу окислов углерода. Не менее 10 млрд. т CO_2 и более 210 млн. т CO ежегодно поступает в атмосферу. ТЭЦ, потребляющая 4 млн. т мазута в год, выбрасывает в то же время 300 тыс. т SO_2 . На II Международном конгрессе по борьбе с загрязнениями атмосферы (декабрь 1970 г.) указывалось, что только в 1964 г. количество SO_2 , выброшенного в атмосферу, было примерно равно 146 млн. т. А в 1965 г. мировая промышленность выпустила около 70 млн. т H_2SO_4 . И для этого требовалось только $70 \cdot 64/98 = 45,7$ тыс. т SO_2 . Следовательно, в те годы SO_2 выбрасывалось в атмосферу почти в 3,2 раза больше, чем требовалось для производства серной кислоты. Выбросы SO_2 в капиталистических странах с тех пор выросли еще больше.

Из вращающихся цементных печей уносится в воздух в виде пыли 10—12% производимого продукта. Это миллионы тонн цемента. А 1 млн. т — это 1,4 млн. м³ жилой площади.

Пыль и другие загрязнения воздуха — очень опасный и коварный враг. В пылегазовых выбросах установлено наличие 140 вредных соединений, многие из которых не имеют ни запаха, ни цвета. Они наносят вред живым организмам как в результате аккумуляции, так и в результате суммирования своего воздействия.

Хорошо организованная очистка промышленных выбросов не только предупреждает рост загрязнений, но и позволяет экономить миллионы тонн сырья, полупродуктов и готовых продуктов. Только в Москве работает более 7 тыс. газопылеулавливающих установок. На Енакиевском цементном заводе очистные сооружения задерживают более 200 т пыли в сутки, на Краматорском цементно-шиферном заводе — более 240 т; на Чимкентском цементном заводе — до 300 т. На Нижне-Тагильском цементно-шиферном заводе от утилизации уловленной пыли получена экономия в несколько миллионов рублей. Завод «Укрцинк» своими очистными сооружениями задерживает 98% вредных веществ (это 170 т/сутки).

Пылегазоочистка выбросов мартеновских печей позволяет уменьшить загрязнения отходящими газами на 98%. На асбестовой фабрике № 6 воздухоочистительная система каждый час улавливает до 100 т асбестовой пыли. Муба-

рековский газоперерабатывающий завод улавливает и возвращает народному хозяйству на 2 млн. руб. в год ценного химического сырья. Смонтированные газоочистные сооружения позволили снизить выброс SO_2 по стране на 800 тыс. т в год.

Ежегодно в виде промышленных выбросов с водами рек в моря и океаны кроме глины, пыли, чернозема попадает 320 млн. т Fe, 6,5 млн. т P, 2,3 млн. т Pb, 1,6 млн. т Mn, а также большое количество жиров, поверхностно-активных веществ, кислот, ядохимикатов, радиоактивных соединений и других токсических веществ, а также от 3 до 10 млн. т нефти: наносится непоправимый вред живым организмам, ведь каждая тонна нефти может отравить до 12 км² поверхности океана.

Сточные воды погубили все живое в Великих озерах Америки. Вода в реке Миссисипи настолько загрязнена, что даже в водопроводной воде г. Новый Орлеан анализ показал наличие 31 химического соединения. В результате ртуть обнаружена в яйцах кур, ДДТ — в грудном молоке женщин. В реки Западной Германии ежедневно сбрасывается 17 млн. м³ отравленных сточных вод. Только один Рейн (в переводе означает «чистый») ежегодно выбрасывает в море 960 т ртути, 1080 мышьяка и примерно 110 т других ядовитых веществ.

На каждую тонну целлюлозы при сульфитном методе производства сбрасывается до 12 т сточных вод. При мокром тушении кокса образуются сточные воды, насыщенные фенолами, которые даже в небольших количествах способны отравить живые организмы в водоемах. Следует напомнить, что общий объем сточных вод, поступавших в водоемы Земли, еще в 60-х годах доходил до 700 млрд. м³. Сейчас это количество сильно возросло. По подсчетам специалистов, со сточными водами во всем мире уходит сырья на сумму около 6 млрд. руб.

В СССР ежегодно расходуется почти 280 млрд. м³ подготовленной воды, т. е. более полного годового стока такой реки, как Волга. В том числе промышленность потребляет около 100 млрд. м³, сельское хозяйство — 140, другие отрасли — 30, коммунальное водоснабжение — 12 млрд. м³ воды.

Следует учесть, что в обороте предприятий находится немного более половины используемой воды (54%), остальное сбрасывается в водоемы. И хотя на территории СССР почти 775 тыс. рек (14% мирового стока пресной воды),

1600 крупных озер (и в их числе уникальный Байкал, содержащий 20% мировых запасов пресной воды), но, к сожалению, эти водные ресурсы распределены очень неравномерно и большая часть стока поступает в Северный Ледовитый океан.

В последние годы только в РСФСР пущено 5000 очистных сооружений, на 25 млн. м³ в сутки. В итоге, с учетом ранее пущенных установок, сброс неочищенных промышленных стоков по республике уменьшился на 32 млн. м³ в сутки. В настоящее время ведутся широкие исследования по разработке эффективных методов очистки стоков для повторного использования их на данном производстве или на соседних. В качестве передовых предприятий, организовавших хорошую работу очистных сооружений, можно указать Ново-Горьковский и Рязанский нефтеперерабатывающие заводы. Отработанными водами Московского шинного завода пользуются завод малолитражных автомобилей имени Ленинского комсомола и подшипниковый завод. Нижнетагильский цементно-шиферный завод, используя стоки соседнего завода пластических масс, сумел в 10 раз уменьшить расход воды на увлажнение цементной пыли.

Механо-химическая очистка производительностью 14 тыс. м³ в сутки на Клайпедской нефтяной базе позволяет за год улавливать примерно 10 тыс. т нефтепродуктов. Шоскинский завод химических реактивов из сточных вод в течение года получает более 170 т солей марганца, на общую сумму 110 тыс. руб.

На Котласском целлюлозно-бумажном комбинате осуществлена биологическая очистка, позволившая довести степень очистки сточных вод до 92—95%, а из уловленных отходов получать ценные продукты. Финские специалисты вывели микроорганизмы, позволяющие из отходов сульфитного производства целлюлозы вырабатывать белок (процесс «Пикало»). В результате из отходов удаляется не только уксусная кислота, но и другие вредные вещества.

На Узбекском комбинате тугоплавких и жаропрочных металлов из промышленных стоков, образующихся при переработке молибденовых концентратов, извлекают такой редкий металл, как рений.

Для уменьшения расхода подготовленной чистой воды в стране организуются технические водопроводы (в Москве, на Челябинском и Новолипецком металлургическом заводах), позволяющие использовать для технических надоб-

ностей сточные воды после их глубокой очистки. В Баку разработан метод умягчения морской воды, которую затем можно использовать для технических целей. Причем стоимость выделенных при этом солей примерно равна тем затратам, которые необходимы для умягчения. В городе Нефтяные Камни вода, поступающая на добычу нефти, очищается, а затем снова закачивается в месторождение. Так же обстоит дело и с балластными водами, загрязненными нефтью, которые сдают танкеры перед тем как взять груз.

К 1980 г. в соответствии с постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР во всех городах, расположенных на берегах Волги и Урала, будет полностью прекращен сброс неочищенных сточных вод. Это является ярким примером комплексного подхода к перспективному планированию дальнейшего хозяйственного развития нашей страны.

КОМБИНИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ С ДРУГИМИ ОТРАСЛЯМИ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

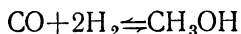
Генеральный секретарь ЦК КПСС Л. И. Брежнев в своем докладе на XXIV съезде КПСС отметил особую важность разработки долговременных программ развития крупных многоотраслевых комплексов¹. В соответствии с пятилетним планом создаются такие промышленные и территориально-производственные комплексы, как нефтеэнергохимический комплекс Западной Сибири, Братский лесопромышленный, Нижнекамский, Красноярско-Ачинский, топливно-металлурго-химический комплекс Центрального Казахстана, Павлодарско-Экибастузский энерго-металлурго-химический комплекс и др.

Создание крупных промышленных узлов с комбинированием производств различных отраслей, связанных в производственно-технологическом и организационно-экономическом отношении, позволяет наиболее рационально использовать территорию, трудовые ресурсы, сырье, топливо, энергию и капитальные вложения. Объединение нескольких производств в единый комплекс значительно уменьшает трудности, связанные с использованием отходящих газов, сточных вод, и дает возможность на основе комплексного использования сырья создать замкнутые технологические процессы с полным использованием отходов и тепла.

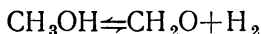
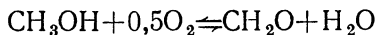
¹ См. Материалы XXIV съезда КПСС, с. 67.

Комбинирование производств осуществляется по трем направлениям.

1. Вертикальное комбинирование — на основе последовательной переработки какого-либо одного вида сырья. Так, из метана природного газа конверсией получают СО и H_2 , затем следует синтез метанола:



с последующим окислительным дегидрированием:



Формальдегид подвергается полимеризации с образованием полиформальдегида или поликонденсации с фенолом, в результате которой выделяется феноло-формальдегидная смола. И на основе этих смол выпускаются различные изделия.

2. Горизонтальное комбинирование, в ходе которого из сырья производится ряд целевых конечных продуктов и полупродуктов с дальнейшей их переработкой. Подобное направление можно проследить на комплексном использовании парогазовой смеси, образующейся при коксовании каменного угля. Выделившаяся при этом смола, надсмольная вода и коксовый газ содержат бензол, толуол, ксилолы, фенолы, крезолы, пиридин, антрацен, аммиак, этилен и другие ценные соединения, комплексной переработкой которых заняты многочисленные производства химической, нефтяной, фармацевтической и других отраслей промышленности (см. рис. 1 и 5).

3. Вертикально-горизонтальное комбинирование, при котором сочетается последовательная переработка с комплексным использованием сырья и последующей переработкой как основных продуктов и полупродуктов, так и выделяющихся отходов. Подобное направление ясно прослеживается на лесопромышленных комплексах и новых нефтехимических комбинатах (см. рис. 4 и 6).

Рассмотрим некоторые интересные примеры комбинирования важнейших отраслей промышленности.

а) Древесина и химия

С незапамятных времен человек потребляет древесину для различных нужд. Но и в наш век, век легированной стали, новых сплавов, бетонных конструкций и различных пластических масс, дерево — один из самых известных и

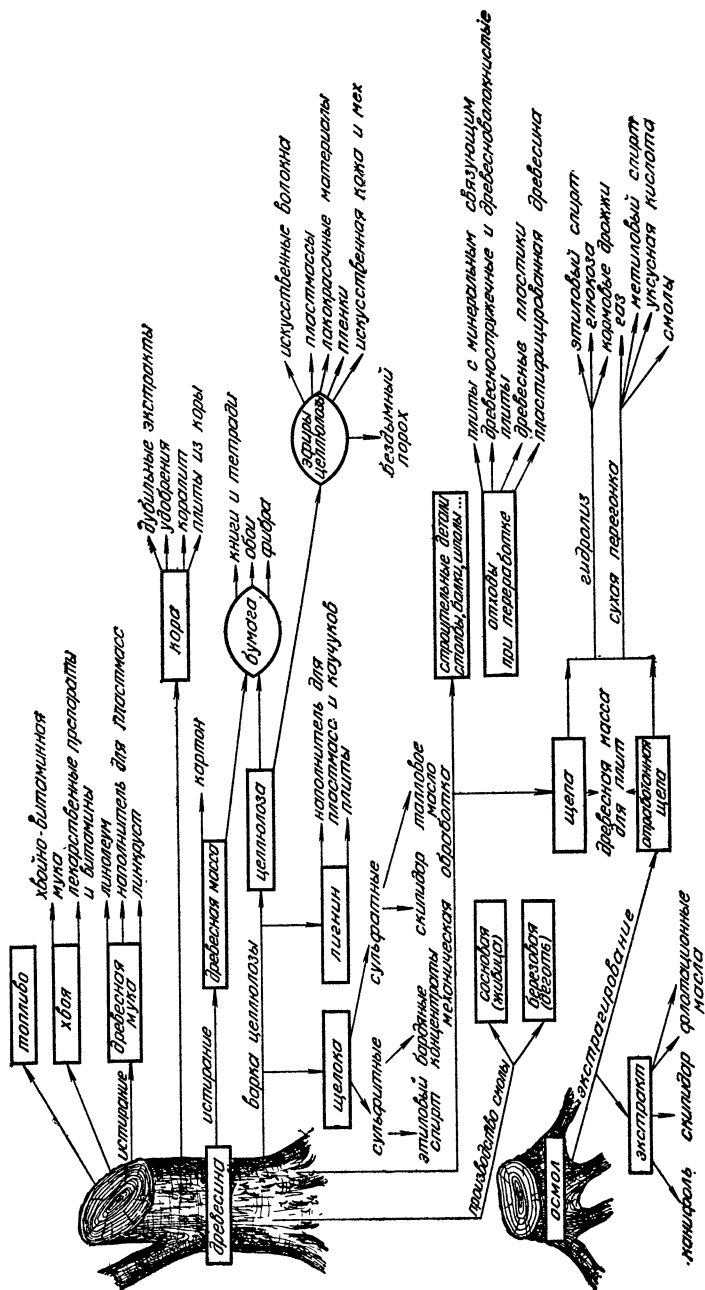


Рис. 4. Схема комплексного использования древесины

наиболее распространенных видов строительных и подделочных материалов, применяемых в промышленности, на транспорте, в сельском хозяйстве и быту. По количеству потребления впереди древесины стоит только каменный уголь. Практическая ценность древесины для человечества огромна. Тысячи самых разнообразных вещей и материалов, сделанных из древесины, используются человеком в быту и на производстве. Древесина — это не только топливо, строительный и конструкционный материал, но и сырье для производства бумаги, целлюлозы, картона и других многочисленных предметов широкого потребления.

Трудно полностью охватить все возможности, которые создает союз химии и древесины. Все технологические процессы, начиная от переработки древесины и кончая выпуском бумаги, картона, дрожжей, пленки и волокон, пластических масс и этилового спирта, тесно связаны с применением методов химической технологии и различных химических соединений.

За годы Советской власти вошли в строй различные предприятия целлюлозно-бумажной, лесохимической, деревообрабатывающей и гидролизной промышленности, оснащенные самой современной техникой. Новые производственные мощности обеспечили значительное увеличение выпуска продукции. Если объем заготовок деловой древесины за 50 лет Советской власти вырос в 9 раз, то производство бумаги и картона — в 20 раз, а целлюлозы и древесной массы — в 18 раз. И все же есть еще резервы для разумного, экономически обоснованного подхода к использованию лесных богатств.

До сих пор заготовленная и доставленная потребителю древесина расходуется не всегда экономно. Так, при переработке круглых лесоматериалов отходы составляют в среднем: в лесопилении — 20%; при производстве шпал — 30—36%; при изготовлении фанеры — 55%; в столярном деле — 50—60%; в спичечном производстве — 65%; в катушечном и карандашном производстве — 90%.

XXIV съезд КПСС в своих решениях указал на необходимость комплексного использования древесного сырья и улучшения химической и химико-механической переработки древесины. Речь идет не только об уменьшении отходов, но и о разумном, комплексном использовании тех отходов, появление которых неизбежно. За годы текущей пятилетки выпуск технологической щепы возрос почти в 1,5 раза. В настоящее время заводы и комбинаты Совет-

ского Союза выпускают каждую седьмую тонну целлюлозы из технологической щепы, получаемой из различных отходов.

Из кубометра древесины можно получить 200 кг целлюлозы, а из нее 160 кг шелка, которого достаточно для того чтобы соткать 1500 м шелковой штапельной ткани или связать 4000 пар шелковых чулок. Одновременно при этом из того же кубометра древесины извлекают около 19 л этилового спирта (96%), 10—12 кг кормовых дрожжей, 0,6 кг метилового спирта, 250 кг бардяных концентратов (50%-ной влажности), а из стружек, опилок и коры — изготавливают древесно-стружечные и древесно-волокнистые плиты.

Сухой перегонкой кубометра отходов лиственной древесины получают 20—22 кг уксусной кислоты, 4—5 кг растворителей, 5,5—6 кг метилового спирта и другие продукты. При организации специального уксусно-кислотного сухоперегонного производства из кубометра отходов твердых лиственных пород можно получить 15 кг уксусной кислоты (в пересчете на 100%-ную), 25 кг смолы, около 100 кг древесного угля и 7 кг спиртов и растворителей.

Из кубометра пневого осмола весом 300 кг выделяется примерно 70 кг угля, 33,8 кг безводной смолы, 14,8 кг скипидара.

Этот перечень можно продолжить и дальше. Ясно, что для глубокой и полной переработки древесины необходимо комбинировать лесохимическую, целлюлозно-бумажную, гидролизную, химическую, деревообрабатывающую и другие отрасли промышленности (см. рис. 4).

Создаваемые лесопромышленные комплексы будут использовать древесину на 94—96%. В заводах и цехах такого комплекса будет перерабатываться не только сама деловая древесина, но и все отходы: ветки, кора, хвоя, пни, стружки, опилки и пр.

Братский лесопромышленный комплекс, построенный на берегу Братского моря, не имеет себе равных в мире. Он рассчитан на производство 1 млн. т целлюлозы в год. В его состав входят 10 крупных предприятий (целлюлозный, картонный, лесопильно-деревообрабатывающий комбинат, завод столярных изделий и фанеры, мебельная фабрика, завод кормовых дрожжей, цех заготовок и деталей для автомобильной промышленности, крупнейший в мире завод древесноволокнистых плит, рассчитанный на 40 млн. м² в год) с автономным источником тепла и энергии.

После пуска второй очереди комплекс кроме целлюлозы должен давать 280 тыс. т упаковочного картона, 200 тыс. м³ фанеры, 90 тыс. т кормовых дрожжей, 10 тыс. т канифоли и другие важнейшие вещества и материалы. О степени комбинирования здесь различных предприятий говорит и такая цифра: на комбинате и других заводах комплекса будут работать представители почти 300 профессий. Промышленные здания комплекса займут 278 га.

Крупнейшими в стране станут Сыктывкарский и Асинский лесопромышленные комплексы, которые ежегодно будут перерабатывать по 2—4 млн. м³ древесины. Высокая автоматизация и механизация производственных процессов позволят резко поднять производительность труда.

Сочетание лесопиления с целлюлозным, гидролизным, лесохимическим и древесноволокнистым производствами позволяет значительно снизить стоимость выпускаемой продукции. Так, себестоимость целлюлозы и пиломатериалов примерно на 30% ниже стоимости аналогичной продукции, выпускаемой отдельными предприятиями, не входящими в комплекс и действующими в отрыве друг от друга.

В лесопромышленных комплексах, которые в настоящее время создаются в стране, отходы одного завода или цеха являются сырьем для другого производства. Это позволяет увеличить мощности по выработке ценных продуктов и одновременно решить другую важную задачу: за счет более экономичного использования древесины сократить площадь ежегодно вырубаемых лесов на сотни тысяч гектаров. Следовательно, кооперирование различных видов производства позволяет не только улучшить использование древесного сырья, в том числе и образующихся отходов, но и снижает себестоимость выпускаемой многочисленной продукции, повышает производительность труда и резко уменьшает степень загрязнения атмосферы и водоемов отходами.

Применение новых процессов химической технологии, более совершенных аппаратов и материалов позволит еще более улучшить экономическую эффективность разнообразных методов переработки древесного сырья.

б) Комплексная переработка углей

Уголь до настоящего времени является основным источником тепловой энергии для всех отраслей народного хозяйства и важнейшим сырьем для химической промышленности. При сжигании угля или его газификации из сернистых

соединений, содержащихся в дымовых газах, можно получить серную кислоту, а из золы угля — окислы железа и алюминия, редкие элементы и строительные материалы. Ведь в золе содержится более 40 элементов, и в том числе германий, уран, ванадий, молибден, рений, титан, цирконий, никель, олово и др. Углеводороды и их производные, содержащиеся в органической массе угля, являются очень ценным сырьем для производства многих важных химических соединений.

Из многочисленных методов переработки углей наиболее широко применяется процесс коксования, которому подвергаются ежегодно только в нашей стране миллионы тонн угля. При коксовании используются не только все составные части угля, но и кооперируются предприятия коксохимической промышленности с предприятиями черной металлургии, азотной промышленности и заводами пластических масс (на заводах черной металлургии строятся и работают предприятия синтетического аммиака и этилбензола, из которого получают стирол).

Что же такое коксование? Коксование — это процесс сухой перегонки угля без доступа воздуха при температуре 1000—1100°C. В итоге коксования из угля выделяются летучие соединения в виде паров и газов и получается механически прочный пористый остаток серебристо-серого цвета — кокс. Выходящая парогазовая смесь содержит различные газы, смолу, пары углеводородов, их производных и воду. Разделение этой смеси и ее переработка включают большое количество технологических операций в такой последовательности: сначала охлаждением выходящей смеси конденсируются смола и вода, затем улавливается аммиак и, наконец, ароматические углеводороды.

В среднем из 1 т угля получается 700—750 кг кокса, 30—35 кг смолы, 120—150 кг (300—320 м³) газа, 10—11 кг сырого бензола и 80—90 кг аммиачной воды. В смоле содержится более 400 различных химических соединений, и в их числе: бензол, толуол, ксилолы, фенолы, крезолы, нафталин, антрацен, фенантрен, пиридин, карбазол, кумарин и другие вещества, которые вместе с химическими соединениями, полученными ранее при разделении парогазовой смеси, широко используются в химической промышленности.

Если взять сухой уголь, то выход отдельных компонентов в весовых процентах составит: метана — 5,5—6,5; каменноугольной смолы — 3—4; окиси углерода — 2,6—

2,8; азота — 2,1—2,4; водорода — 1,5—1,7; углекислого газа — 1,2—1,3; непредельных углеводородов 1,2—1,25; ароматических углеводородов — 1,0—1,02; аммиака — 0,3—0,47.

В настоящее время из летучих продуктов коксования извлекается около 200 различных товарных продуктов (более 330 сортов) общим количеством свыше 5 млн. т в год. Многие из этих соединений стоят дороже целевого продукта — самого кокса. Так, в 1970 г. средняя отпускная цена 1 т кокса была 40 руб., химических продуктов улавливания — 51 руб., продуктов переработки сырого бензола — 125 руб., а каменноугольной смолы — 59 руб.

Для выпуска этих и других химических соединений за 11 лет (с 1959 по 1970 г.) было построено и введено в эксплуатацию на коксохимических заводах 98 химических цехов и в том числе 25 по улавливанию химических продуктов коксования, 14 — по очистке коксового газа от сероводорода и производству на его основе серной кислоты¹, 15 — по обесфеноливанню сточных вод, 8 — по переработке каменноугольной смолы, 5 — по переработке сырого бензола, 5 — по производству нафталина, 9 — по использованию пека, а также цеха по производству такого азотного удобрения, как сульфат аммония, и другие производства.

Очищенный коксовый газ содержит в своем составе до 60% (по объему) водорода и до 25% — метана. Такой газ может с успехом применяться для производства синтетического аммиака. Подсчеты многочисленных специалистов и практические данные действующих у нас и за рубежом установок показывают, что себестоимость аммиака, полученного на основе коксового газа, примерно равна себестоимости аммиака на основе природного газа.

Следует учесть, что использование для доменного дутья воздуха, обогащенного кислородом, и природного газа дает возможность рассчитать состав дутья так, чтобы получить азотоводородную смесь, нужную для синтеза аммиака.

На одном из канадских заводов полученный синтетический аммиак и углекислый газ, извлеченный из доменного газа, являются основой для производства мочевины, а затем и аммиакатов мочевины. Снижению себестоимости синтетического аммиака способствует утилизация азота с кислородных установок, снабжающих кислородом домны, мартены и конверторы. Для дополнительного производ-

¹ Серная кислота, выпускаемая цехами коксохимической промышленности, обеспечивает 50% собственной потребности отрасли.

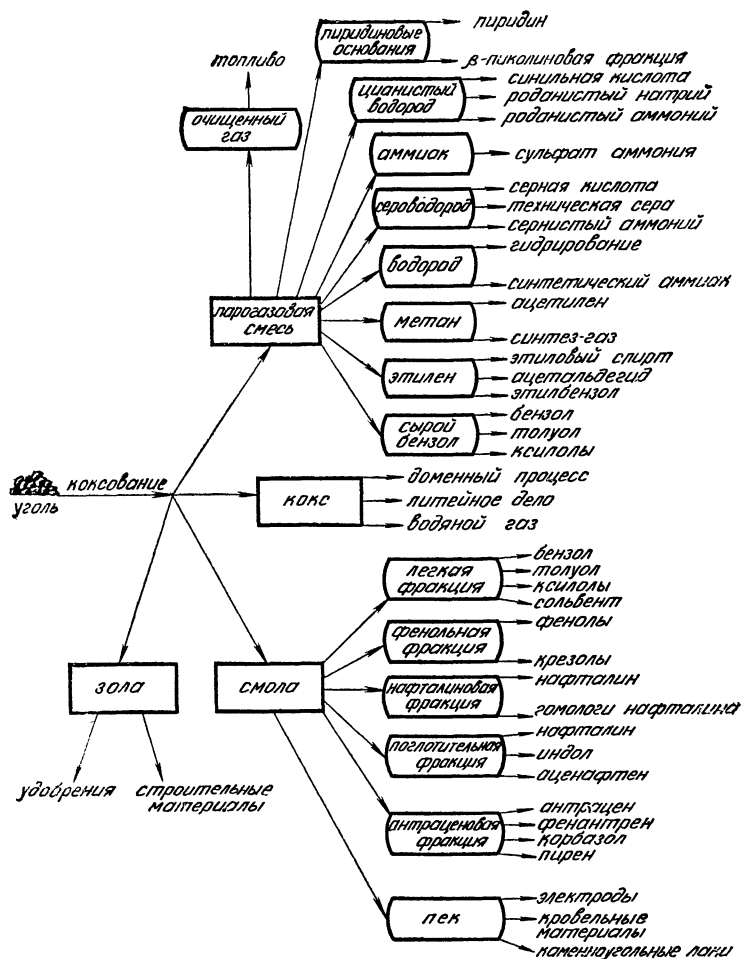


Рис. 5. Схема комплексного использования углей и продуктов коксования

ства водорода (кроме содержащегося в составе коксового газа) можно использовать конверсию метановой фракции коксового газа, а также окиси углерода доменного газа.

Коксохимические продукты являются исходным сырьем на предприятиях более 70 отраслей народного хозяйства. Для целей коксования используется до 25% всего добываемого в стране каменного угля. Таким образом, отечественная коксохимическая промышленность, занимающая уже более 10 лет первое место в мире и вооруженная наиболее производительными коксовыми печами, продолжает играть важную роль в обеспечении народного хозяйства ценным химическим сырьем (см. рис. 5).

Насколько важно использование углерода угля для производства разнообразных химических соединений, видно из следующего сравнения. Если ценность 1 кг углерода в угле принять за единицу, то в коксе она равна 1,5, в каменноугольных маслах—4,0, в бензоле — 15, в нафталине—20, в спирте — 50, в феноле — 85, во фталевом ангидриде—100, в пластификаторах — 200, в красителях — 500, в фармацевтических препаратах — 750, в химических волокнах — 1500.

Более полное извлечение соединений, находящихся в смоле коксования, лучшее разделение парогазовой смеси, выходящей из коксовых камер, еще более тесное комбинирование цехов будет способствовать дальнейшему росту эффективности отдельных производств и всей отрасли в целом.

в) Нефть — важнейшее сырье для различных отраслей промышленности

Нефти содержат предельные, нафтеновые и ароматические углеводороды, являющиеся ценными исходными веществами для производства многочисленных химических продуктов, а также соединения кислорода, серы и азота. Особо высоким качеством отличается сибирская нефть (в ней серы не более 0,5%), содержащая большое количество светлых продуктов.

Каждая тонна нефти дает столько же химического сырья, сколько можно получить его из 15 т бурого угля. Из нефти получают тысячи различных соединений, и в том числе разнообразные виды топлива — бензин, дизельное топливо, котельное, реактивное, смазочные масла для двигателей автомобилей и тракторов, а также турбинное масло, машинное, веретенное, компрессорное, трансформаторное, пар-

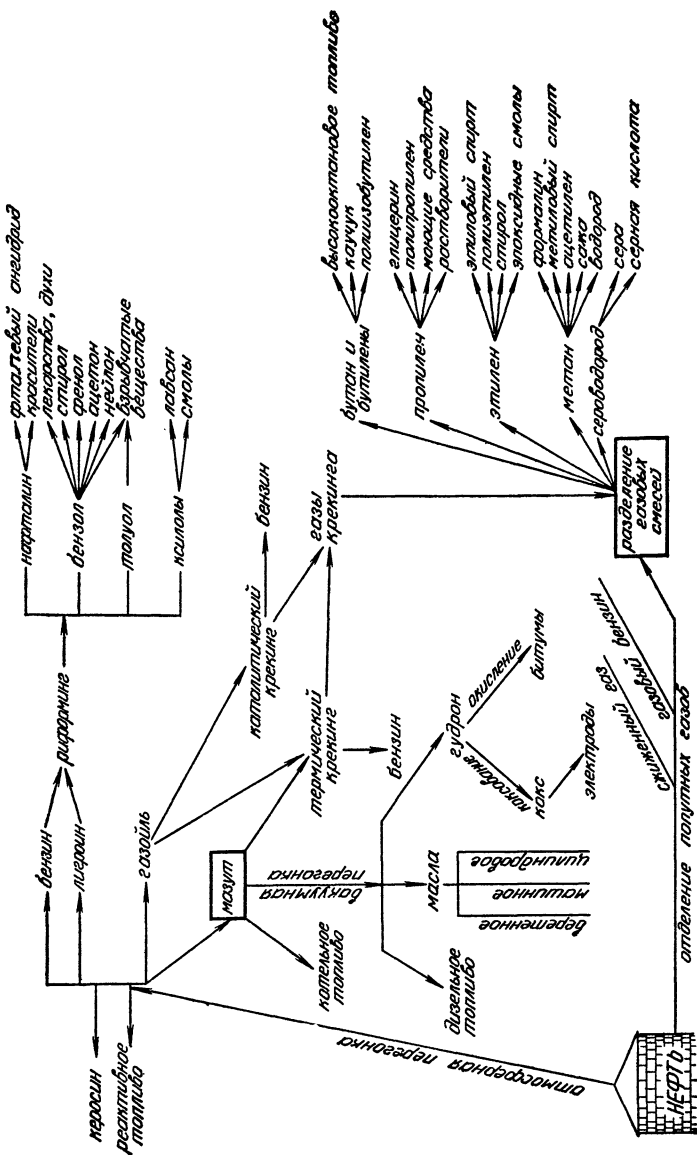


Рис. 6. Принципиальная схема комплексной переработки нефти

фюмерное, солидол, вазелин, смазки для оружия и авиации, этиловый спирт, высшие жирные спирты и кислоты, используемые для производства моющих средств, глицерин, синтетические смолы и пластические массы на их основе — синтетический каучук, парафин, битумы и многое другое (рис. 6).

Следует напомнить о разнообразных угольно-графитовых изделиях (электроды, пирографит и др.), получаемых на основе пека и сажи.

Если принять стоимость жидких углеводородов, входящих в нефть, за единицу, то при превращении этих углеводородов в бензин и другое топливо стоимость их становится примерно равной двум, а полученные нефтехимические продукты из этих же углеводородов дороже в десятки раз.

Для переработки нефти применяются разнообразные физические (атмосферная и вакуумная перегонка) и химические методы. В результате перегонки получают бензин, керосин, дизельное топливо, смазочные масла, мазут или гудрон, которые кроме самостоятельного применения могут (в результате химической переработки) дать дополнительные количества бензина. Обычно для этой цели используют процессы крекинга.

Крекингом называют процесс термической переработки средних и тяжелых нефтяных продуктов, основанный на разложении углеводородов нефти и сопровождающийся взаимодействием образовавшихся при этом осколков молекул как между собой, так и с другими молекулами. Процессы крекинга осуществляются при повышенной температуре и под давлением без доступа воздуха. Поскольку при крекинге тяжелые углеводороды расщепляются на более простые, значительно повышается выход бензина по сравнению с обычной перегонкой нефти и одновременно выделяются большие количества углеводородов.

Существует несколько видов термической и термокаталитической переработки нефтяных фракций, отличающихся друг от друга по условиям процесса, характеру реакций, по технологическим схемам и применяемым аппаратам. Следует также иметь в виду, что большие количества газов образуются при коксовании тяжелых нефтяных остатков, а гидрогенизационные процессы (и в первую очередь — гидроочистка) обеспечивают выпуск реактивных и дизельных топлив с весьма малым содержанием серы.

Промышленные нефтяные газы имеют более сложный состав, чем природные и попутные нефтяные газы, и отли-

чаются от них постоянным наличием водорода и больших количеств ненасыщенных углеводородов. Состав газов, получающихся при переработке нефти, главным образом зависит от характера технологического процесса, в ходе которого был получен газ, а также от качества исходного сырья. Наибольшее количество непредельных углеводородов образуется при пиролизе и термическом крекинге под низким давлением.

Газы каталитического крекинга содержат много пропилена и бутиленов, широко используемых для производства авиационного бензина с высоким октановым числом, а также для получения многих химических продуктов.

Все вышесказанное, а также рис. 6 свидетельствуют о том, что многочисленные продукты из нефти, с которыми мы встречаемся на каждом шагу, наиболее успешно и с наименьшими затратами могут производиться только при комбинировании нефтехимической промышленности с другими отраслями народного хозяйства.

В ходе реализации пятилетнего плана особое внимание было обращено на внедрение высокопроизводительных агрегатов и укрупненных установок и технологических блоков, в которых рационально скомбинировано несколько процессов.

Создаваемые крупнейшие нефтехимические комплексы в Тобольске и Томске, на основе попутного нефтяного газа месторождений Западной Сибири, будут включать крупные производственные мощности по получению изопрена и бутадиена для выпуска синтетического каучука и мономеров для полиэтилена и полипропилена и других синтетических материалов.

Возле поселка Ярега (Коми АССР) имеются три уникальные шахты, из которых добывается тяжелая нефть. Недавно установлено, что нефтяные пески содержат еще и запасы титановой руды. Такое сырье позволяет организовать большой комплексный комбинат с единой замкнутой технологической схемой. Здесь будет добываться и перерабатываться нефть; из титановой руды хлорным способом можно получить двуокись титана (хлористый натрий можно брать из находящегося рядом Сереговского месторождения), а из песка и известняка с добавкой шлаков Череповецкого металлургического завода будет выпускаться цемент. Таким образом, в комплексе будет осуществлено комбинирование нефтедобывающего и нефтехимических предприятий с заводом цветной металлургии (Ti) и химическими цехами

(TiO_2), а также производством строительных материалов (цемент и бетон).

Можно привести и другие примеры столь рационального кооперирования.

Глубокое и комплексное использование сырья создает благоприятные условия для дальнейшего развития научно-технического прогресса и повышения экономической эффективности производства¹.

СОВЕТУЕМ ПОЧИТАТЬ

А в е р б у х А. Я. Сырье химической промышленности. М., «Знание», 1969.

Б о р и с о в и ч Г. Ф. и др. Девятая пятилетка химической промышленности. М., «Химия», 1973.

Б а х у р о в В. Г., Р у д н е в а И. К. Химическая добыча полезных ископаемых. М., «Недра», 1972.

Б о р о в и к о в П. П. Научно-техническая революция и минеральносырьевые ресурсы. Л., «Знание», 1972.

Б у ш у е в В. М. Химическая индустрия в свете решений XXIV съезда КПСС. М., «Химия», 1973.

Д ы н и н а М. А. Экономия материальных ресурсов. М., «Знание», 1973.

К о с т а н д о в Л. А. Научно-технический прогресс в химической промышленности. М., «Знание», 1971.

П л а т э А. Ф. Нефть и газ — сырье для химической промышленности. М., «Знание», 1970.

П р о с к у р я к о в В. А., А в е р б у х А. Я. Химия и топливо. Л., «Знание», 1973.

¹ См. Л. И. Б р е ж н е в. Ленинским курсом. Речи и статьи, т. 2, с. 574.

СОДЕРЖАНИЕ

Сырье — основная статья расхода	3
Виды и качество сырья	10
а) Содержание элементов в земной коре	10
б) Наши запасы	16
Рациональная подготовка и использование сырья	18
а) Для чего обогащают сырье	18
б) Подготовка сырья и его обогащение	20
в) Усреднение сырья и нормирование его расхода	22
г) Всегда ли нужны шахты и рудники	23
Основные направления в решении сырьевой проблемы	24
а) Применение более дешевых видов сырья	25
б) Использование местного сырья	26
в) Комплексное использование сырья	27
г) Замена пищевого сырья	29
д) Сырье недалекого будущего	29
Комплексно и полностью использовать сырье	30
а) Найти применение всем отходам	35
б) Использование твердых отходов в строительстве и других отраслях народного хозяйства	37
в) Вторичное сырье и его применение	40
г) Факелы погаснут	42
д) Очистка промышленных выбросов	43
Комбинирование химической промышленности с другими отраслями народного хозяйства	48
а) Древесина и химия	49
б) Комплексная переработка углей	53
в) Нефть — важнейшее сырье для различных от- раслей промышленности	57
Советуем почитать	61

УВАЖАЕМЫЕ ТОВАРИЩИ!

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ» ПРЕДЛАГАЕТ ВАМ СЕРИЮ ПОДПИСНЫХ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫХ БРОШЮР «ХИМИЯ»

Брошюры этой серии пропагандируют химические знания среди широкого круга специалистов и всех, кто интересуется химией. Они рассказывают о самых актуальных проблемах химической науки и химического производства, дают читателю самую новую научную информацию в популярном изложении.

Авторы брошюр — виднейшие ученые нашей страны. Только в последние пять лет у нас выступили академики: С. И. Вольфович, И. Л. Кнунянц, Б. П. Никольский, И. П. Петрянов, А. С. Садыков, Н. Н. Семенов, Я. И. Сыркин, Г. Н. Флеров, А. В. Фокин, члены-корреспонденты АН СССР: И. Н. Азербайев, И. В. Березин, В. И. Гольданский, Б. В. Дерягин, В. В. Кафаров и др. Министр химической промышленности СССР Леонид Аркадьевич Костандов — тоже наш автор.

Такие брошюры, как «Научно-технический прогресс в химической промышленности», «Значение ленинских идей для развития химии», «Химия в быту», «Химизация и оптимальное планирование», «Два процесса в одном реакторе», «Карбонильная металлургия», «Охота за информацией», нашли большой спрос в читательской массе.

В 1976 году подписчики серии получают 12 брошюр, в том числе:

Ормонт Б. Ф., профессор, доктор технических наук. **Создание управляющих микроприборов химическими методами.**

Девятых Г. Г., академик. **Методы получения веществ особой чистоты.**

Несмеянов А. Н., член-корреспондент АН СССР. **Химия горячих атомов.**

Пчелин В. А., профессор, доктор химических наук. **Гидрофобные взаимодействия в дисперсных системах.**

Серия «Химия» в каталоге «Союзпечати» расположена в разделе «Научно-популярные журналы» под рубрикой «Брошюры издательства «Знание». Индекс серии 70074.

**ВЫПИСЫВАЙТЕ! ЧИТАЙТЕ!
СЕРИЮ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫХ БРОШЮР «ХИМИЯ».**

Подписная цена на год 1 руб. 32 коп.

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»

Александр Яковлевич АВЕРБУХ

**КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ХИМИЧЕСКОГО СЫРЬЯ**

Редактор В. А. Поздышев

Обложка В. И. Пантелеева

Худож. редактор В. Н. Конюхов

Техн. редактор А. М. Красавина

Корректор И. В. Сорокина

А 10846. Индекс заказа 54110. Сдано в набор 22/VII-1975 г.
Подписано к печати 17/IX-1975 г. Формат бумаги 84×108¹/₃₂.
Бумага типографская № 3. Бум. л. 1. Печ. л. 2. Усл.-печ. л. 3,36.
Уч.-изд. л. 3,42 Тираж 47 430 Издательство «Знание». 101 835,
Москва, Центр, проезд Серова, д. 4. Заказ 1540.
Цена 11 коп.

Чеховский полиграфический комбинат Союзполиграфпрома
при Государственном комитете Совета Министров СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
г. Чехов Московской области

11 коп.

Индекс 70074