

ТЕХНИКА

ПОДПИСНАЯ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ СЕРИЯ



1985/5

УГОЛЬ: ТОПЛИВО ИЛИ СЫРЬЕ?

М.Щадов
НАДЕЖНЫЙ
РЕСУРС
ЭКОНОМИКИ

*Проекты
КАТЕКа*

*Уголь
вместо нефти*

*Уголь
и металлургия*



ЗНАНИЕ

НОВОЕ В ЖИЗНИ, НАУКЕ, ТЕХНИКЕ

ПОДПИСНАЯ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ СЕРИЯ

НОВОЕ
В ЖИЗНИ,
НАУКЕ,
ТЕХНИКЕ

ТЕХНИКА

Издается
ежемесячно
с 1961 г.

№ 5

УГОЛЬ: ТОПЛИВО ИЛИ СЫРЬЕ?

В ЭТОМ НОМЕРЕ

М. И. Щадов,
первый заместитель министра угольной промышленности СССР

НАДЕЖНЫЙ РЕСУРС ЭКОНОМИКИ

ПРОЕКТЫ КАТЭКА

**УГОЛЬ ВМЕСТО НЕФТИ
УГОЛЬ И МЕТАЛЛУРГИЯ**

РЕДАКЦИОННЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

Практика восьмидесятых

Опыт наших друзей

Техника за рубежом

Издательство «Знание» Москва 1985

РЕДКОЛЛЕГИЯ

К. В. Фролов,
академик
(председатель)

А. И. Аристов,
кандидат технических наук

Б. М. Базров,
доктор технических наук, профессор

Ю. Н. Астахов,
кандидат технических наук

Г. В. Веников,
кандидат технических наук

Л. И. Волчкевич,
доктор технических наук, профессор

В. А. Данилычев,
доктор физико-математических наук, профессор

В. Я. Зайцев,
доктор технических наук, профессор

Е. П. Попов,
член-корреспондент АН СССР

Э. Я. Сапожников,
зам. начальника отдела Госкомизобретений

Р. А. Чаянов,
начальник отдела ГКНТ

К. Ю. Чириков,
кандидат технических наук

Г. Д. Шнырев,
доктор технических наук

М. Щадов

НАДЕЖНЫЙ РЕСУРС ЭКОНОМИКИ

Беседа нашего корреспондента с первым заместителем министра угольной промышленности СССР Михаилом Ивановичем Щадовым.

Уголь... Это слово у большинства людей вызывает, наверное, схожие ассоциации: трубы паровозов и электростанций, извергающие черные клубы дыма, закопченные стены зданий, покрытые угольной пылью лица шахтеров...

«Хлеб насущный» индустрии начала века уголь еще долго оставался основным источником энергии на планете. Пока бурное развитие авиации и автомобильного транспорта в 30—40-х годах не выдвинуло на первый план нефть — энергоноситель, более удобный в использовании и более дешевый.

Лет пятнадцать назад казалось, что не вернуть уже углю былых позиций, и роль его к концу века сведется на нет. В большинстве западных стран закрывались угольные шахты и разрезы. Бензин, керосин, мазут — нескончаемые вереницы автомобильных и железнодорожных цистерн, караваны танкеров, стальные нити магистральных трубопроводов... Трудно было даже вообразить, что эти могучие нефтяные реки способны когда-нибудь иссякнуть.

Словом, «черное золото» переживало черные дни. И вдруг...

В 1977 г. добыча угля в мире выросла на 5%. США объявили о намерении за несколько лет увеличить его добычу почти вдвое. В Англии принято решение о строительстве угольных комплексов мощностью до 30 млн. т. Интенсивно наращивают производство угля Австралия, Индия, Канада, ФРГ, Япония и другие страны.

Михаил Иванович Щадов, первый заместитель министра угольной промышленности. Автор многих статей и книг, посвященных проблемам, достижениям и перспективам развития угольной промышленности.

Михаил Иванович, в чем, по вашему мнению, причина столь бурного «ренессанса» угля?

М. И. Щадов. Энергетический кризис 1973 г., затронув в той или иной мере все капиталистические и значительное число развивающихся стран, показал необходимость серьезной перестройки структуры топливно-энергетического комплекса. Стало ясно, это эпоха дешевой энергии заканчивается. Легкодоступные месторождения нефти и газа близки к исчерпанию. А прирост их разведанных запасов не поспевает за растущими потребностями. Все более крепнет убеждение, что нельзя так легкомысленно жечь нефть и газ — ценнейшее органическое сырье.

Другими словами, миру потребовалось пересматривать свою энергетическую политику.

Не случайно взоры многих вновь обратились к углю — из 12,5 триллионов т условного топлива, имеющих в недрах Земли, на его долю приходится свыше 11 триллионов. Этих огромных запасов планете хватило бы на многие сотни лет, чтобы обеспечить все потребности в энергии. Уголь есть всюду — на Шпицбергене и в Антарктиде, в Новой Зеландии и Аппалачах, в джунглях Амазонки и в сибирской тайге... Его запасы имеются в 80 странах мира. В 1980 г. мировая добыча угля превысила 3,5 млрд. т, к 1985 г. согласно прогнозам она достигнет 4 млрд., а к 2000 г. — 6—7 млрд. т [3, с. 5; 4, с. 68].

Итак, снова к углю? Но не устарел ли он морально сегодня, в эпоху НТР? Нет ли других источников, которые смогли бы взять на себя ту нагрузку, которую несут сейчас нефть и газ?

М. И. Щадов. Давайте посмотрим. Гидроэнергия даже при полном использовании всех потенциальных ресурсов сможет удовлетворить не более 5% энергетических потребностей планеты.

Атомные электростанции? Да, они экологичны, не расходуют кислород, не загрязняют природу золой и шлаками, окислами серы и азота. Но позади у атомной энергетики всего три десятка лет биографии. Еще не все проблемы решены, есть немало технических и экономических трудностей. Доля атомных электростанций хоть и возрастет к концу века, но не более чем до 30—40% общего энергобаланса [4, с. 94].

Солнце, энергия термоядерного синтеза, тепло земных недр, сила ветра и морских приливов — эти источники еще не скоро смогут принять на себя основную тяжесть индустриальной энергетики больших мощностей.

Главную нагрузку в снабжении мира электричеством еще долго придется нести тепловым электростанциям. Но нефть и газ нужно экономить. Значит, именно углю придется играть роль «буферного» топлива, несущего на себе значительную долю тяжести энергоснабжения на тот период, пока в полной мере не удастся освоить новые источники энергии. Думаю, что этот период составит не менее 50—70 лет.

Я не забыл первой части вашего вопроса. На мой взгляд, устарело не топливо, а способы его использования, в частности методы прямого сжигания его в топках котельных и транспортных средств. Горы золы и шлака на поверхности земли, миллионы тонн вредных веществ в атмосфере — эти печальные атрибуты угольной энергетики должны уйти в прошлое. Наука сегодня имеет в своем арсенале достаточно много средств эффективного и рационального использования угля. Задача сейчас в том, чтобы выбрать наиболее оптимальные, с точки зрения экономики, и как можно быстрее освоить их в промышленном масштабе.

Позвольте задать попутный вопрос: где, в каких секторах экономики используется уголь?

М. И. Щадов. На угольное топливо в настоящее время приходится большая доля топливного баланса электростанций. И если в предшествующий 20-летний период основной прирост энергомощностей осуществлялся за счет использования газомазутного топлива, то в дальнейшем этот процесс будет зависеть в основном от угольного и ядерного топлива.

Среди главных потребителей энергетических углей по-прежнему останутся промышленные и районные котельные, коммунально-бытовой сектор и сельскохозяйственное производство. В дальнейшем централизация теплоснабжения коммунально-бытового сектора и жилого фонда приведет к сокращению доли угля, сжигаемого непосредственно.

В технологических целях уголь потребляют металлургическая и химическая промышленность. Несмотря на большее использование природного газа в производ-

стве чугуна, коксом покрывается в настоящее время не менее 80—85% всего теплового баланса доменного процесса. Это положение сохранится еще довольно долго.

При коксовании угля образуется большое количество сырья для химии: до 1% сырого бензола, 3% смолы, 10—15% коксового газа. Коксохимические предприятия вырабатывают бензол, нафталин, фенолы, пек и другие продукты. На их основе получают удобрения, пластмассы, синтетические волокна, средства защиты растений, растворители, лаки, краски — всего конечной продукции свыше 200 наименований.

Не менее эффективно используются горючие сланцы и их отходы. В Эстонии успешно работают на сланце две первые в мире крупные тепловые электростанции суммарной мощностью 3,2 млн. кВт. За время их эксплуатации выработано более 250 млрд. кВт·ч электроэнергии, потреблено 350 млн. т сланца, что позволило высвободить для нужд народного хозяйства свыше 100 млн. т мазута. Использование сланцевой золы для раскисления почв в Прибалтийских республиках, Белоруссии и областях Нечерноземья дало возможность сэкономить свыше 5 млн. т извести, а в промышленности строительных материалов Эстонии — более 3 млн. т цемента.

Известно, что наша страна является одним из лидеров мировой угледобычи. Еще в прошлой пятилетке был пройден рубеж годовой добычи в 700 млн. т. Каковы перспективы развития угольной промышленности СССР?

М. И. Щадов. Несмотря на некоторое снижение доли угля в общем энергобалансе, его добыча в нашей стране все эти годы неуклонно росла. На конец пятилетки объем годовой добычи должен составить 726 млн. т.

Интерес к углю в нашей стране не случаен, ведь в СССР находится около половины его мировых запасов: 5 из 7 известных на планете бассейнов-гигантов расположены на территории Советского Союза. Геологические запасы каждого из них превышают 500 млрд. т. Только одного из них, к примеру, Канско-Ачинского — даже не самого крупного — хватило бы при нынешнем уровне добычи на несколько сот лет. Почти нетронутыми лежат еще более грандиозные Тунгусский, Ленский и Таймырский бассейны. Это поистине неисчерпаемая кладовая «законсервированной» энергии [5].

Около 30% всего добываемого в СССР угля дает сегодня Донецкий бассейн — старейшая и самая крупная угольная база страны. Здесь добывается 40% углей, идущих для коксования. Высоким качеством отличаются угли Кузнецкого бассейна, нашей второй по мощности угольной базы. Угольные пласты здесь имеют большую мощность и в ряде мест выходят на поверхность, что позволяет добывать уголь не только в шахтах, но и в довольно большом объеме открытым способом. Годовая добыча Кузбасса достигла 140 млн. т.

Третий по величине угледобывающий центр страны — это Карагандинский и Экибастузский бассейны в Казахстане, дающие около 130 млн. т угля. Добыча его здесь постоянно растет благодаря применению открытого способа.

Важную роль в экономике страны играют Печорский и Подмосковский бассейны, набирает силу Канско-Ачинский, который должен дать в 1985 г. 41 млн. т бурого угля.

С углем связано много надежд на будущее. Но не секрет, что в последние годы темпы развития угольной промышленности СССР существенно замедлились. Между тем задачи перед отраслью стоят очень сложные, ведь к концу пятилетки предстоит значительно увеличить добычу угля по сравнению с 1980 г. Какие проблемы необходимо решить, чтобы обеспечить непрерывный рост добычи?

М. И. Щадов. Первая и главная проблема — повышение производительности труда на действующих предприятиях при неизбежном ухудшении горно-геологических условий добычи.

Возьмем тот же Донбасс, нашу главную угольную базу. Широкое освоение бассейна началось более ста лет назад, за это время выбраны наиболее богатые и удобно расположенные пласты. И хотя немало еще угля осталось под землей, но добывать его с каждым годом становится все труднее. Глубина многих шахт уже превысила километр, пласты угля становятся все тоньше, все больше среди них попадаетея крутопадающих, то есть наклоненных под большим углом к горизонту [6].

С другой стороны, большим преимуществом Донбасса перед другими угольными базами являются удобное географическое расположение, развитая инфраструктура

ра региона, лучшее в сравнении с другими районами (хотя далеко не благополучное) положение с трудовыми ресурсами.

Учитывая все эти обстоятельства, мы считаем необходимым поддерживать в ближайшие годы достигнутый в Донбассе уровень добычи угля — 200—210 млн. т в год. Но для этого требуется выполнить обширную программу научно-технических мероприятий. В частности, продолжить техническое перевооружение угледобывающих предприятий, оснащая шахты механизированными комплексами, в особенности для добычи угля из тонких и крутопадающих пластов. При этом совершенно необходимо эффективно использовать новую технику, повысив нагрузку на комплексно-механизированный очистной забой.

Впрочем, эти мероприятия важны не только для Донбасса. Поставлена задача в целом по отрасли повысить к 1985 г. долю подземной добычи угля механизированными комплексами до 80%. И для этого есть все предпосылки. Сегодня угольная промышленность СССР по уровню комплексно-механизированной добычи угля занимает ведущее место в мире. В настоящее время на наших шахтах треть подготовительных выработок проводится проходческими комбайнами. Свыше двух третей угля на пологих пластах и около 20% на крутопадающих добывается с помощью средств комплексной механизации. К концу 1985 г. предполагается довести уровень комплексной механизации добычи угля на пологих пластах до 78%, а на крутопадающих — до 25%.

Ежегодно свыше 2000 км горных выработок на шахтах страны проводится комбайнами со стреловидными рабочими органами. Главная область их применения — подготовительные выработки, выработки в забоях с разрушением угля и породных прослоек, а также работа в чисто породных забоях при крепости пород 400—600 кг/см².

Так, для проведения горизонтальных и наклонных горных выработок используется получивший широкое признание в нашей стране и за рубежом комбайн ПК-3Р. Он может работать в забоях с углом падения до 10°. Производительность комбайна при отбойке угля составляет 1,2 т/мин.

Выработки сечением от 4 до 8,2 м проходят комбай-

ном 4ПУ, с помощью которого можно добывать 1,1 т угля в минуту.

Оригинальную конструкцию имеет комбайн 1ПКС. При собственной высоте всего 1,5 м он проводит выработки высотой до 3,6 м, поскольку его рабочий орган установлен на телескопической стреле. Ширина образуемой выработки — до 4,7 м. При этом в забое остается достаточно места для обслуживающего персонала. Распорные домкраты надежно удерживают машину от боковых перемещений.

В настоящее время более 13 000 очистных забоев в СССР оборудованы механизированными добывающими комплексами. Во многих из забоев суточная добыча достигает 3—4 тыс. т, а в некоторых — 10 тыс. т.

Предприятиями угольного машиностроения созданы и серийно выпускаются комплексы 16 типов для разработки угольных пластов мощностью от 0,7 до 4 м и комплексы 5 типов для разработки крутых пластов мощностью 0,7—2,5 м.

Один из наиболее производительных — механизированный комплекс 2УКП применяется для разработки пластов мощностью 2,4—4,3 м. Его расчетная производительность — 900 тыс. т угля в год. Высокая прочность крепи позволяет вести работы в условиях повышенного горного давления, при зависающих ударнообрушающихся кровлях без принудительного их обрушения. Гидравлическая система управления козырьками крепи передвигает секции, не отрывая козырьки от кровли. Специальные щиты поддерживают грудь забоя. Они расположены по всей длине забоя и убираются по мере продвижения комбайна.

Одна из новинок советского угольного машиностроения — очистной комплекс КМ-103, предназначенный для разработки угольных пластов толщиной 0,7—1,2 м с углом падения до 35°. Входящий в состав комплекса комбайн К-103 отличает высокая энерговооруженность и способность вписаться в пласт толщиной 0,6 м. Производительность — до 1000 т/сутки. В СССР впервые в мире решена проблема комплексной механизации добычи угля из тонких крутопадающих пластов. Только в СССР изготавливаются угольные комбайны, очистные агрегаты и комплексы для пластов с углом падения до 90°. Так, угольный комбайн «Поиск-2» способен работать в пластах мощностью всего 0,3—0,8 м.

Не имеет аналогов в мире по своему конструктивному решению очистной комплекс АНЩ. Отрабатывая угольный пласт, он спускается по нему сверху вниз. Расчетная производительность его в пластах с углом падения до 90° составляет 120 т/ч.

Все шире применяется на угольных шахтах страны гидравлический способ добычи угля: угольный пласт разрушается мощной струей воды, и эта же стекающая по наклонным штрекам вода транспортирует полученную угольную пульпу к сборным коллекторам. Внедрение усовершенствованной техники и технологии в объединении «Гидроуголь» в Кузбассе позволило довести производительность труда по добыче до уровня, в 3,6 раза превышающего этот показатель в целом по отрасли.

Важным резервом увеличения угледобычи, а также решающим фактором улучшения качества угля является его обогащение. В 1985 г. на обогатительных фабриках планируется переработать 385 млн. т угля. Как показывают расчеты, увеличение мощностей обогатительных фабрик дает возможность на действующих шахтах получить дополнительно десятки миллионов тонн топлива благодаря более полному извлечению угля из пластов, считающихся некондиционными. Затраты на расширение мощностей фабрик оказываются в 2—2,5 раза меньшими, чем на строительство новых угледобывающих предприятий.

И все-таки даже самая широкая механизация не дает возможности полностью решить главные проблемы, с которыми сопряжена подземная добыча угля. Слишком дорого обходится этот уголь, и добыча его небезопасна.

М. И. Щадов. Да, экономика за открытый способ добычи угля, более дешевый и безопасный по сравнению с подземным. Как и предусмотрено решениями XXVI съезда партии, в одиннадцатой пятилетке добыча угля эффективным открытым способом развивается опережающими темпами. Доля открытого способа в общем объеме добычи возрастет к концу пятилетки до 40%.

Около 80% всех геологических запасов угля в СССР сосредоточено в бассейнах, лежащих на востоке страны. Это в 3 раза больше угольных запасов США и во много раз больше запасов всех других капиталистических

стран, вместе взятых. Характерная особенность многих восточных месторождений — большая мощность угольных пластов и относительно малая толща покрывающих пород.

Взять тот же Канско-Ачинский бассейн, протянувшийся на 800 км с лишним вдоль Транссибирской магистрали. От железнодорожной артерии до крупнейших месторождений здесь буквально рукой подать. Угольные пласты мощностью 70 м и более лежат в полном смысле слова под ногами: средние значения коэффициентов вскрыши в пределах от 1 до 4 м³/т. В этих условиях применение эффективных бестранспортных и транспортных систем разработки позволит добиться высоких технико-экономических показателей. Ведь чтобы добыть 100 млн. т угля, в шахтах должно трудиться в среднем 150 тыс. человек, на открытых работах — около 20 тыс., а на разрезах КАТЭКа ту же добычу обеспечат всего 5 тыс. человек.

Запасы Канско-Ачинского бассейна позволяют в течение 15—20 лет довести здесь годовую добычу до 250—350 млн. т в год, построив несколько крупных разрезов мощностью по 40—60 млн. т каждый. В настоящее время на двух разрезах — Ирша-Бородинском и Назаровском — уже добывается около 30 млн. т угля в год. На разрезе «Назаровский» эксплуатируется крупнейший в СССР экскаватор-драглайн ЭШ-100/100 с ковшем вместимостью 100 м³ и стрелой длиной 100 м. Этим экскаватором ведется вскрыша, а угольный пласт разрабатывается роторными экскаваторами ЭР-1250 производительностью 1250 м³/ч. На разрезе «Ирша-Бородинский» работает мощный экскаватор ЭРШРД-5000 производительностью 5000 м³/ч. Планируется дальнейшее увеличение мощности разреза до 65 млн. т в год за счет вовлечения в эксплуатацию новых участков карьерного поля и использования роторных комплексов производительностью 12500 м³/ч. Строится также разрез «Березовский-1» на 55 млн. т в год [7].

В Экибастузе выведен на проектную мощность 50 млн. т в год крупнейший в мире разрез «Богатырь». Ведется строительство первой и второй очереди столь же крупного разреза «Восточный». В Южной Якутии сооружается Нерюнгринский разрез мощностью 13 млн. т, обогатительная фабрика и тепловая электростанция.

Освоение высоких темпов добычи угля с учетом при-

родно-климатических условий восточных районов страны потребовало решения ряда сложных проблем. Для Экибастузского бассейна, например, одной из таких проблем стало создание и освоение роторных экскаваторов производительностью до 5000 м³/ч с повышенными усилиями резания на кромках ковшей (14 кгс/см²). Такие машины потребовались для того, чтобы разрабатывать крепкие каменные угли с твердыми породными прослойками.

Успешное развитие добычи угля открытым способом зависит от оснащенности разрезов экскаваторами высокой производительности, средствами карьерного транспорта — современными тяговыми агрегатами переменного и постоянного тока со сцепной массой 240/360 тс и более, вагонами-думпкарами грузоподъемностью до 180 т, большегрузными автосамосвалами и автопоездами-углевозами, конвейерными механизмами производительностью до 10 тыс. м³ в час.

Спору нет, дешев уголь, добываемый открытым способом на востоке страны. Но недаром говорят: «За морем и телушка — полушка да рубль перевоз». Ведь главный потребитель угля, как, впрочем, любого энергетического сырья, расположен в европейской части, за тысячи километров от мест добычи. А стоимость угля возрастает вдвое через 1000—1500 км пути.

М. И. Щадов. К 1985 г. добыча угля в восточных районах превысит 60% от всесоюзной. В то же время четыре пятых всей энергии потребляется в европейской части СССР. Сегодня с востока на запад перемещается огромная масса топлива — только на железных дорогах около 40% всего грузооборота приходится на перевозку топлива.

Какой здесь выход? Развивать производство электроэнергии и энергоемкой продукции там, где топливо дешево, непосредственно в зоне крупнейших сибирских месторождений. Дефицит электроэнергии в европейской части страны восполнять за счет новых атомных электростанций, которые сейчас интенсивно строятся в этом регионе, а также с помощью сверхдальних линий электропередач, которые протянутся с востока на запад.

В состав крупного топливно-энергетического комплекса, создаваемого на базе Канско-Ачинского бассейна, войдет несколько крупнейших в мире тепловых электростанций.

тростанций суммарной мощностью 40—50 млн. кВт (для сравнения — сегодня общая установленная мощность всех электростанций страны составляет около 300 млн. кВт). Станции эти будут строиться в непосредственной близости от угольных разрезов, и уголь от места добычи к топкам ТЭС будет транспортироваться по конвейерным системам или в виде пульпы по трубопроводам. На базе дешевой электроэнергии в районе КАТЭКа разовьется крупный промышленный узел, а избыток электричества будет передаваться по сверхмощным линиям электропередач в центр страны. Уже спроектирована ЛЭП постоянного тока напряжением 1500 кВ, которая свяжет Красноярский край с Объединенной энергетической системой юга. А ЛЭП постоянного тока напряжением 2200—2400 кВ протянется из района КАТЭКа в центр страны. Две мощные линии электропередач свяжут Урал и центральные районы с Экибастузским топливно-энергетическим комплексом, в составе которого будут построены пять тепловых электростанций мощностью по 4 млн. кВт, работающих на угле.

Обилие дешевой энергии позволит развивать на востоке страны энергоемкие отрасли промышленности — черную и цветную металлургию, машиностроение, нефтехимию. Тем самым будет создана основа для ликвидации сложившейся сейчас диспропорции между размещением главных источников топлива и сырья преимущественно на востоке, а производительных сил — в основном в центральных районах страны.

Но одним электричеством, даже если его будет очень много, не решить всей топливно-энергетической проблемы. Чтобы покрыть дефицит топлива в европейской части СССР, так или иначе придется возить уголь с востока.

М. И. Шадов. Да, ничего не поделаешь, возить придется. Подсчитано, что наиболее рентабельна перевозка угля из Кузнецкого бассейна. Уголь там достаточно дешев, имеет высокую теплоту сгорания, содержит наименьшее количество золы и влаги — своего рода паразитных компонентов, перевозка которых убыточна.

Что касается канско-ачинского бурого угля, то для дальних перевозок он не годится из-за низкой калорийности и высокой влажности — воды в нем около 40%. Зимой он смерзается в монолитную глыбу, и выгрузить

его из вагонов — целая проблема. Летом, высыхая, он превращается в пыль и имеет неприятную склонность к самовозгоранию.

Мы рассматриваем канско-ачинский уголь как важный и обильный источник для производства синтетического жидкого и газообразного топлива для нужд энергетики, промышленности, транспорта. Ценность этих видов топлива столь высока, что покроет возможные транспортные издержки. К тому же транспортировать их гораздо легче и удобней, чем бурый уголь.

Невозможно пройти мимо еще одной из центральных проблем угольной энергетики — как наиболее рационально и эффективно использовать уголь, не нанося при этом вреда окружающей среде. Ведь очевидно, что нельзя больше сжигать уголь «по старинке», засоряя все вокруг золой и шлаком, отравляя воздух дымом.

М. И. Щадов. Повышение эффективности использования твердого топлива в народном хозяйстве должно базироваться на комплексном использовании всей горной массы, включая отходы обогащения, расширении сырьевой базы коксования, улучшении качества энергетического угля, сокращении потерь топливных ресурсов в сфере обращения (транспорт, хранение и т. д.), создании экономически эффективных процессов переработки угля в синтетическое топливо.

Ежегодно в СССР образуется свыше миллиарда (!) тонн отходов при добыче угля и горючих сланцев и около 60 млн. т при углеобогащении. Транспортирование, складирование, хранение отходов в отвалах и сооружение последних связаны со значительными затратами (0,5—0,7 руб./т отходов), непроизводительным использованием земельных угодий, загрязнением окружающей среды. Эти отходы используются пока в очень незначительном количестве, горючая масса отходов и такие ценные минеральные компоненты, как соединения алюминия, кремния и других элементов, безвозвратно теряются. В то же время, скажем, на производство строительных материалов расходуется большое количество топлива и минерального сырья, специально добываемого и поставляемого предприятиями Минстройматериалов СССР, местной промышленности и другими организациями [3, с. 15; 8].

Разработаны проекты крупных предприятий по про-

изводству из углеотходов разнообразных строительных материалов, в том числе высококачественного кирпича и огнеупорного аглопорита. Экономический эффект — от 3 до 5 руб. на тонну продукции.

Особое место в проблеме рационального использования отходов угольной промышленности принадлежит породе Экибастузского бассейна, в которой содержится много окиси алюминия, кремния и органического вещества. В настоящее время сплавы кремния с алюминием и карбид кремния производят в промышленности с использованием таких дефицитных и дорогостоящих материалов, как чистый кремнезем, глинозем и нефтяной кокс в качестве восстановителя. Специалистами угольной промышленности, цветной и черной металлургии найдено практическое решение использования породы Экибастузского бассейна для электротермического получения сплавов алюминия и кремния, минуя стадию производства глинозема. При этом экономится не менее 15—20% электроэнергии в связи с тем, что из технологического цикла исключена стадия электролиза расплавов чистого глинозема.

Породы Экибастузского бассейна можно также успешно применять для производства карбидокремниевых материалов, которые эффективно используются при производстве чугуна и изготовлении некоторых видов абразивного инструмента, а также при изготовлении эрозионноустойчивой футеровки для горно-обогачительного оборудования.

Особо следует сказать о получении из угля германия. Это один из редчайших элементов, который широко применяется в радиотехнических устройствах, полупроводниковых приборах, стеклах со специальными оптическими свойствами. Советские ученые разработали и внедрили в промышленность процесс факельно-слоевого сжигания угля, содержащего германий, и схему возврата золы, содержание германия в которой достигает 4—8 кг/т. Степень извлечения германия в этом процессе достигает 70%, тогда как в традиционном процессе коксования угля и извлечения германия из надсмольных вод — всего 5—6%. Разработан проект комплекса — угольный разрез, брикетная фабрика, электростанция для сжигания германийсодержащего угля, установка вторичной пироселекции золы с получением концентрата, в каждой тонне которого содержится 100—120 кг

германия. Дальнейшая гидрометаллургическая переработка концентрата будет производиться на предприятиях цветной металлургии [3, с. 17—18].

Хотелось бы особо остановиться на проблеме сжигания угля на тепловых электростанциях. При сгорании органического топлива, в том числе угля, в атмосферу выбрасываются зола, окислы серы, азота и углерода. Дальнейший рост мощностей тепловой энергетики, ее преимущественная ориентация на уголь, не являющийся, как известно, самым чистым топливом, означает, что нагрузка на окружающую среду в виде вредных выбросов будет продолжать увеличиваться, не так ли?

М. И. Щадов. Следует иметь в виду, что в крупных агрегатах современных электростанций коэффициент полезного действия золоуловителей достигает 98—99%. Поэтому доля больших электростанций в общем загрязнении сравнительно невелика. Гораздо больший вред в этом отношении наносят мелкие котельные и частные установки, работающие на угле и не имеющие эффективной защиты от выбросов золы. Поэтому наиболее целесообразно было бы поставлять коммунальным и мелкобытовым потребителям высококалорийный малозольный уголь, а более дешевые сорта его сжигать на крупных электростанциях, гораздо эффективней использующих топливо.

В последние годы разработаны и сравнительно недорогие способы, уменьшающие в 2—3 раза выбросы окислов азота. Работа в этом направлении успешно продолжается.

Наибольшую проблему представляет борьба с окислами серы. Предложены и изучены десятки способов очистки дымовых газов от окислов серы, а также самого топлива — от сернистых соединений. Поиск и опробование экономичных методов защиты от этих токсичных выбросов ведутся сейчас в десятках исследовательских центров многих стран. В СССР намечено строительство нескольких опытно-промышленных установок по очистке дымовых газов ТЭС от окислов серы с получением таких ценных продуктов, как серная кислота, гипс, удобрения для сельского хозяйства. Наиболее перспективное решение проблемы очистки угля от серы — его газификация, а также глубокая переработка на основе пиролиза [9, с. 179—190].

Так, в Институте горючих ископаемых разработан высокоинтенсивный процесс газификации различных углей в так называемом кипящем слое под давлением с высокотемпературной очисткой образующегося газа от пыли и сернистых соединений. Особенности разработанного метода — большая производительность и высокий энергетический КПД процесса. Удалять сероводород из продуктов газификации значительно проще, чем очищать дымовые газы от окислов серы. Высокая степень очистки получаемого горючего газа позволяет сжигать его в эффективных и экономичных газотурбинных энергетических установках. Этот метод открывает путь к дальнейшему повышению рентабельности тепловых электростанций и способствует предотвращению загрязнения окружающей среды золой и сернистыми соединениями [10, с. 166—172].

Советский Союз является пионером в области подземной газификации угля, идея которой принадлежит Д. И. Менделееву. Подземная газификация — это способ получения горючего газа из угля прямо на месте его залегания. Первые работы этого рода были проведены еще до войны в Подмосковном бассейне и в Донбассе.

Для подземной газификации с поверхности земли на угольный пласт пробуривают серию скважин. Газификация пласта — это, грубо говоря, нагнетание воздуха в одни скважины и отвод газа из других. При этом кислород воздуха вступает во взаимодействие с углем, образуя горючий газ — смесь окиси углерода и ряда углеводородов.

В настоящее время в СССР работают Южно-Абинская (Кузбасс) и Ангренская (Узбекистан) станции подземной газификации. Газ, вырабатываемый в Ангрене, имеет теплоту сгорания 740—800 ккал/м³ и используется на Ангренской ГРЭС. Южно-Абинская станция вырабатывает газ с теплотой сгорания 800—1000 ккал/м³, он используется для отопления предприятий г. Киселевска.

В последнее время работы по подземной газификации угля интенсивно проводятся во многих зарубежных странах. Советскую технологию, купив на нее лицензию, применяет американская фирма «Тексас Ютилитайс».

Крупномасштабное внедрение технологии подземной газификации будет способствовать более полному использованию угольных ресурсов — увеличению коэффи-

циента извлечения запасов, расширению сырьевой базы промышленности (при газификации производится и топливо, и химическое сырье — сера, фенолы и пр.), а также решению ряда социальных задач — облегчению труда шахтеров, снижению загрязнения окружающей среды. Из расчетов, проведенных применительно к углям Подмосковского бассейна, следует, что технико-экономические показатели работы ГРЭС средней мощности (2400 МВт), использующей полученный под землей газ, оказываются лучше, чем при работе на рядовом угле. На 30 млн. руб. уменьшаются капитальные вложения, экономия приведенных затрат составляет около 5 млн. руб.

А как угли перерабатывают в жидкое топливо? И что это может дать с точки зрения экономики и охраны окружающей среды?

М. И. Щадов. Пиролиз, гидрогенизация и другие способы переработки угля, дающие на выходе синтетическое жидкое топливо и другие энергетические и химические продукты, также способствуют очистке топлива от вредных для окружающей природы примесей. Особый интерес представляет использование для этих целей, как я уже говорил, бурых углей — низкосортных и малозольных — Канско-Ачинского бассейна.

Так, в Институте горючих ископаемых разработана новая технология сжигания бурых и каменных углей с получением малосернистого моторного горючего, котельного топлива и гаммы химических продуктов. В основу технологии положены новые принципы гидрогенизации, позволившие проводить процесс при более низком рабочем давлении, чем прежде. Выход жидких продуктов достигает 85—90% от исходной массы, энергетический КПД составляет 80%.

В настоящее время построены опытные установки производительностью до 75 т угля в сутки, на которых предстоит отработать эту технологию и довести ее до стадии промышленного применения.

А в Энергетическом институте им. Кржижановского разработан прогрессивный способ высокоскоростного пиролиза бурых углей и горючих сланцев. Советским ученым удалось решить проблему сверхбыстрого — в сотни тысяч раз по сравнению с существующими методами — нагрева угля до высоких температур. Это позво-

лило интенсифицировать процесс переработки угля в бензин, мазут, битум, горючие газы, олефины и другие вещества.

Сегодня в Красноярске действует первая в мире опытно-промышленная энерго-топливно-химическая установка ЭТХ-175. Она будет ежегодно вырабатывать до 300 000 т полукокса — высококалорийного топлива для электростанций и доменных печей, около 120 млн. м³ горючего газа, а также 100 тыс. т смолы для последующей переработки.

Подсчитано, что экономический эффект использования этой, пока еще скромной по промышленным масштабам установки составит тем не менее около 3 млн. руб. в год. А на очереди — проектирование и строительство мощных энерготехнологических комбинатов, своего рода промышленных гибридов электростанции и углеперерабатывающего завода.

Кроме экономических выгод, комплексная энерготехнологическая переработка угля дает еще ряд чрезвычайно важных преимуществ. Во-первых, возможность создания полностью замкнутого безотходного производства. Из поступающего с карьера угля извлекут все полезные с технологической точки зрения компоненты, а «облагороженное» топливо отправится в топки электростанций и другим потребителям. И здесь проявится еще одно достоинство новых технологий — будут исключены вредные выбросы в атмосферу, неизбежные при традиционных способах сжигания угля. «Облагороженное» топливо практически полностью лишено экологически опасных элементов. Трубы ТЭС перестанут отравлять атмосферу.

Миллионы лет природа копила в куске угля энергию Солнца. Растратить ее, пустить по ветру можно в одно мгновение. Сегодня мы все больше осознаем ценность даров природы и учимся рачительно пользоваться ими. Научные эксперименты и экономические расчеты покажут, каким конкретно будет завтрашний день угля. Путь в это завтра лежит через рациональное использование богатств природы и бережное отношение к ней самой.

ПРОЕКТЫ КАТЭК_а

КАТЭК И ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

О КАТЭКе в последние годы много говорят и спорят. И спорить есть о чем. Канско-Ачинский угольный бассейн — крупнейший за всю историю освоения топливных кладовых планеты. Угленосные отложения (а это, обратим внимание, в основном бурый уголь) протянулись примерно на 800 км вдоль Транссибирской магистрали. От железнодорожной артерии до богатейших месторождений здесь буквально рукой подать. Угольные пласты мощностью 70 м и более лежат здесь в полном смысле под ногами. По себестоимости канско-ачинские угли — одни из самых дешевых в мире. Однако низкая тепло-творная способность, высокая (до 40%) влажность и крайне отрицательные свойства золы препятствуют их распространению в широких масштабах.

Сегодня в арсенале науки немало идей, как разумнее распорядиться канско-ачинскими углями. Смысл большинства предложений сводится к тому, что эти угли необходимо «облагородить», т. е. переработать в высококалорийные виды топлива — кокс, жидкое котельное и моторное топливо, горючий газ и различные химические продукты.

В процессе глубоких исследований возникают новые оригинальные замыслы, обогащающие план перспективного освоения гигантского угольного бассейна.

Оригинальную идею использования энергии канско-ачинского угля выдвинула и разрабатывает группа ученых Ленинградского технологического института холодильной промышленности под руководством доктора технических наук, профессора Г. А. Головки [11].

Началось все с анализа множества проектов переработки угля в жидкое и газообразное топливо. В большинстве из них, в частности в процессах газификации угля, образуется смесь водорода с окисью углерода и другими газами. Причем водорода может быть очень много — до 60% от выхода продуктов.

Но водород — прекрасное во всех отношениях топливо. Экологичное — при сжигании его получается чистая

вода. Калорийное — в два раза теплотворнее бензина. Очень удобное в использовании — сфера применения чрезвычайно широка: энергетика, транспорт, промышленность, быт...

И транспортировать, как показывают расчеты, удобнее не уголь, а водород.

Важнейший довод этого проекта — экономический. Производить водород можно будет попутно, не в ущерб главным задачам получения из угля жидкого и газообразного топлива, метанола и других химических продуктов, а также производству электроэнергии на тепловых электростанциях, питающихся тем же углем или синтетическим топливом. Все это будет происходить на мощных, централизованных энерготопливо-химических комплексах, облик которых прорисовывается в сегодняшних проектах.

Итак, главная проблема — не в том, как получать водород, и не в том, как его использовать: потребителей уже сегодня найдется немало. Как передавать водород на большие расстояния, составляющие не одну тысячу километров? Известно ведь, что трубопроводный транспорт газа обходится примерно в 8 раз дороже, чем передача по трубам нефти. По пути следования газа приходится строить много компрессорных станций, чтобы поддерживать в трубопроводе необходимое давление в несколько десятков атмосфер. С высокими транспортными издержками еще можно было бы как-то мириться, когда газ сам по себе сравнительно дешев, например, как газ из тюменских месторождений. Водород, даже получаемый попутно, все-таки дороже по себестоимости, хотя и ценность его — как топлива или сырья — значительно выше.

Авторы проекта провели расчеты и выяснили, что передавать на большие расстояния водород выгоднее всего в сжиженном виде при температуре ниже 20,4К ($-252,6^{\circ}\text{C}$).

Но для того чтобы охладить водород и поддерживать его при такой температуре на всем протяжении многотысячекилометрового пути, придется строить дополнительные криогенные установки и затрачивать огромное количество энергии. Стоит ли игра свеч?

На этот вопрос отвечает экономика будущего, которое, как известно, начинается... даже не завтра, а сегодня.

Безусловно, сжижение больших количеств водорода — это колоссальная проблема и очень энергоемкое мероприятие. Но рано или поздно, утверждают авторы проекта, человечество придет к крупномасштабной водородной энергетике. Это продиктовано и экономическими, и экологическими причинами. Как будет производиться водород — электролизом воды с помощью высокотемпературных ядерных реакторов, энергохимической переработкой угля или еще каким-то способом, — это вопрос другой. На него ответит время. Сегодня ясно одно, что речь будет идти о триллионах кубометров водорода в год. Хранить и транспортировать столь грандиозные количества газа можно, очевидно, только в сжиженном виде. И эту грандиозную задачу решать нужно уже сегодня. В этом эвристическая ценность проекта.

Ясно, что сколь бы совершенной ни была теплоизоляция криогенного трубопровода, водород по мере удаления от головной сжижающей установки будет неизбежно нагреваться. Первое решение, которое приходит в голову, — поставить на пути следования водорода дополнительные криогенные установки для поддержания заданной температуры в трубопроводе. Нечто подобное делается в газопроводах, когда для поддержания в трубах высокого давления ставят через определенные интервалы компрессорные станции. Но расчеты показали, что охлаждающих установок потребуется столько, что стоимость их и потребляемой ими энергии многократно превысит ожидаемый экономический эффект от использования водорода в народном хозяйстве.

Так родилась блестящая по своей простоте и вместе с тем эффективная (как с технической, так и с экономической стороны) идея. Смысл ее может быть понятен любому, кто мало-мальски знаком со школьной физикой или наблюдал подобное явление в житейской практике, например, когда в жаркий день, желая сохранить воду прохладной, мы оборачиваем сосуд влажной тряпичей. В процессе испарения влаги теплота парообразования отнимается от стенок сосуда и вода охлаждается. Так и в трубопроводе. Если дать водороду, точнее, небольшой части его, свободно испаряться с поверхности потока в вакуум, тепло, необходимое для испарения, будет отниматься от жидкого водорода, и он будет охлаждаться.

Что касается испарившегося водорода, его можно со-

брать и направить ближайшим по пути следования трубопровода потребителям. Важно, что этот газообразный водород будет иметь достаточно низкую температуру (30—40 К) и может служить великолепным хладагентом. Пропуская его через теплообменник, в котором циркулирует воздух, с помощью простейшей техники можно эффективно и экономично делать то, для чего сегодня требуется сложнейшее оборудование и огромное количество энергии. Речь может идти, скажем, о разделении воздуха на азот и кислород, сфера применения которых в хозяйственной и научной деятельности ширится с каждым днем. Или о замораживании и длительном хранении пищевых продуктов и многих других процессах, требующих больших затрат электроэнергии.

Актуальность и ценность проекта становятся еще более значимыми в связи с тем, что ленинградские ученые планируют передавать по криогенному трубопроводу не только водород, но еще и электроэнергию, причем в большом количестве и, что самое главное, практически без потерь. О том, сколь это важно, легко судить, если вспомнить, что в современных ЛЭП потери электроэнергии составляют 8—9% [12]. В пересчете на сотни миллиардов киловатт-часов цифра огромная.

Решение проблемы потерь электричества сегодня ищут на пути освоения сверхпроводимости. Вспомним, что температура перехода водорода в жидкое состояние составляет около 20 К. Сжижая его на головной станции трубопровода, можно, затратив некоторое дополнительное количество энергии, переохладить водород до температуры 15—16 К. А это температура, при которой целый ряд известных науке сплавов становятся сверхпроводниками. Такой сплав можно нанести на поверхность трубопровода, и жидкий водород, текущий внутри, будет обеспечивать температуру сверхпроводящего состояния. С помощью такой своеобразной линии электропередачи можно будет практически без потерь передавать на тысячи километров электроэнергию, вырабатываемую крупнейшими в мире тепловыми электростанциями, которые сейчас начинают строиться в зоне КАТЭКа.

Речь может идти о гигантском количестве электроэнергии в сотни миллиардов киловатт-часов. А если добавить сюда энергию, заключенную в нескольких десятках миллионов тонн жидкого водорода, становится уди-

вительным, что все это можно будет транспортировать по одной трубе диаметром 250 мм.

Главным аргументом оппонентов проекта является вопрос: сколько же потребуется для такого трубопровода сверхпроводящих материалов — как правило, сплавов довольно экзотических металлов? Способна ли на это современная техника?

Способна, отвечают авторы проекта и приводят такие доказательства. Сегодня самую высокую температуру перехода в сверхпроводящее состояние имеет сплав ниобия и германия — около 23 К. Ниобий достаточно широко распространен и в меру дешев. Что же касается германия, то этот металл, считающийся редким, в большом количестве содержится в том же... угле! И уже разработаны технологии его извлечения, в том числе из зольных отвалов электростанций [3, с. 18]. Учитывая, что ток при сверхпроводимости распространяется в тонких поверхностных слоях, для трубопровода будет достаточно толщины сверхпроводящего покрытия в 30—40 мк. На весь трубопровод этого сплава потребуется тонн сто, от силы двести — цифра не столь уж грандиозная по современным масштабам.

Главная черта проекта — нацеленность на комплексное решение проблем топливно-энергетического комплекса страны.

Вот, к примеру, еще одна из заманчивых перспектив проекта. Сегодня мы стоим на пороге эры термоядерной энергетики, которая наряду с водородной и солнечной призвана навсегда избавить человечество от угрозы энергетического голода. Как известно, главное топливо для термоядерных реакторов — дейтерий, тяжелый изотоп водорода. А получать дейтерий сравнительно проще и дешевле все из того же жидкого водорода, который потечет когда-нибудь по криогенным трубопроводам с заводов КАТЭКа.

УГОЛЬ И МАГНИТОГИДРОДИНАМИКА

Интересный и многообещающий проект, особенно в плане эффективности и экономии, использования канско-ачинского угля разрабатывают специалисты Красноярска. Они задались вопросом: нельзя ли из бурого угля получать, кроме электроэнергии, еще и химические продукты?

Собственно говоря, вопрос в такой форме звучал

чисто риторически. Безусловно, химические продукты получать из угля можно. Ведь до первой мировой войны практически вся существовавшая тогда химическая промышленность базировалась на угле. Лишь позже пришла нефть, и появилось слово «нефтехимия». Об угле как химическом сырье забыли на многие годы.

Между тем по своему химическому составу уголь гораздо богаче нефти и таит в себе множество потенциальных возможностей. И жаль было бы пускать в трубу ценнейшие органические вещества, над которыми природа колдовала миллионы лет.

Вот почему красноярские химики поставили целью найти решение комплексной задачи: как с наибольшей экономической эффективностью совместить процессы получения энергии и производства химических продуктов на основе использования угля. Наилучшим средством решения этой задачи они сочли магнетогидродинамический (МГД) генератор [13].

Известно, что МГД-генератор позволяет значительно — до 55—60% — повысить коэффициент преобразования тепловой энергии в электрическую.

Чтобы понять, каким образом уголь можно не только сжигать в МГД-генераторе, получая электроэнергию, но и производить из него химические продукты, вспомним принцип работы МГД-генератора. При сжигании топлива газ, нагретый примерно до 3000°C , образует плазму — вещество, состоящее из положительно и отрицательно заряженных частиц. Движение плазмы через магнитное поле и приводит к генерации постоянного тока.

Уже несколько лет дает ток в Московскую энергосистему магнетогидродинамическая установка У-25, созданная Институтом высоких температур АН СССР. На Рязанской ГРЭС ведется строительство первого в мире МГД-энергоблока мощностью 500 тыс. кВт [14]. Словом, МГД-электростанции — реальность сегодняшнего дня. Главная задача теперь — научиться эффективно сжигать в них бурый уголь. Красноярские же специалисты решили пойти дальше, то есть еще и получать химические продукты в ходе этого процесса.

В общем виде их схема выглядит следующим образом. В установке сжигается не сам бурый уголь, а продукт его неполного сгорания — окись углерода (угарный газ). Его молекулы, соединяясь с кислородом воз-

духа, образуют углекислый газ, который, будучи переведен в плазменное состояние в МГД-генераторе, станет источником электроэнергии.

Выходя из МГД-генератора, отработанный углекислый газ попадает в химический реактор, в котором находится предварительно измельченный раскаленный бурый уголь. При взаимодействии одной молекулы угля с одной молекулой углекислого газа образуются две молекулы угарного газа.

Итак, сжигая в начале цикла одну молекулу угарного газа, мы получили две. Одну из них можно опять направить в цикл с МГД-генератором, а вторую использовать для дальнейших химических превращений.

Добавляя к окиси углерода водород в присутствии катализаторов, можно по идее получить всю гамму углеводородов, получаемых в нефтехимии. Среди них — бензины, этилен, полиэтилен, ацетилен, метанол и т. д. — разнообразнейшее сырье для химической промышленности. Отсутствие в составе МГД-генератора паровых турбин позволяет обходиться без охлаждающей воды, абсолютно необходимой для традиционных тепловых электростанций. Значит, не будет теплового загрязнения окружающей среды, так же как и выбросов окислов серы и азота, золы и пыли в атмосферу. Отпадает необходимость строить высокие дымовые трубы. А количество выделяющегося газа по расчетам составит не более 10% от того, что выбрасывается при обычном сжигании угля.

Проект «Энергохимия», который разрабатывается на основе этой идеи, отличаются черты, характерные для наступающей эры новых, безотходных и гибких технологий. Комплекс легко перестраивается в сторону преимущественного производства либо электроэнергии, либо химических продуктов. Снижаются удельные капиталоемкость и металлоемкость за счет перехода на более высокие температуры и давления, сокращения многих промежуточных стадий, дублирующих друг друга в отдельно взятых энергетических и химических процессах.

Проект предусматривает строительство комплекса теплиц, в которых под действием искусственного освещения, отходящего из МГД-установки, углекислого газа и тепла водяного пара на специальных почвах, насыщенных гуматами бурого угля, скоростным промышленным методом будут выращиваться высокие урожаи.

ЕСЛИ ВЗОРВАТЬ МОЛЕКУЛУ...

До недавнего времени все попытки «облагородить» бурый уголь, обладающий низкой калорийностью и высокой влажностью, заканчивались неудачно. Если в лабораторных установках процесс пиролиза углей был еще более или менее освоен, то перенести его хотя бы на масштаб опытно-промышленных установок, которые демонстрировали бы сносную рентабельность, никак не удавалось.

Дело в том, что уголь — это сложное макромолекулярное образование. Если нагревать его в закрытом объеме без доступа воздуха, уголь начнет разваливаться на составляющие его молекулы разных сортов. Самые мелкие и легкие образуют газообразные продукты, средние — жидкие, а самые большие молекулы — это твердый остаток топлива. При медленном нагреве со скоростью 10—20°C в секунду, как это происходит в большинстве пиролитических установок, от макромолекулы постепенно отваливается лишь небольшое число мелких и средних молекул. Этим и объясняется низкий выход жидких продуктов при обычном пиролизе.

Вот почему специалисты во всем мире довольно скептически относились к пиролитическому способу переработки бурых углей — слишком уж низкой была его эффективность. Игра, казалось, не стоила свеч.

Иначе думали специалисты Энергетического института им. Г. М. Кржижановского. Коллективу ученых под руководством члена-корреспондента АН СССР З. Ф. Чуханова удалось разработать способ высокоскоростного пиролиза бурых углей и сланцев. Этот способ лег в основу принципиально нового направления в топливной энергетике — комплексной энерготехнологической переработки твердых топлив [15].

Как же удалось решить проблему пиролиза? Скорость нагрева угля нужно повысить в сотни тысяч, еще лучше — в миллионы раз, решили ученые. Такой быстрый нагрев макромолекулы подобен взрыву — она разлетится на множество осколков. Соединяясь друг с другом при высокой температуре, они образуют массу ценных продуктов — бензин, мазут, битум, горючие газы, олефины и другие вещества.

Но от теоретического решения проблемы до ее тех-

нологической реализации путь неблизкий и нелегкий. Многим так и не удалось пройти его до конца.

Советским ученым удалось разработать такие способы, которые дали возможность нагревать топливо до нужной температуры за сотые, тысячные и даже десятитысячные доли секунды. Это позволило интенсифицировать переработку угля и увеличить выход полезных продуктов. Впервые в мире по этому методу были построены две опытно-промышленные установки, на которых к настоящему времени переработано около 100 тыс. т канско-ачинского угля и получено около 30 тыс. т полукокса, а также значительное количество смол и горючего газа.

Сейчас в Красноярске вступила в эксплуатацию первая в мире промышленная энерго-топливно-химическая установка ЭТХ-175 [16].

Принцип работы установки состоит в следующем. Рядовой сырой уголь влажностью до 35% размалывается в обычных молотковых мельницах с одновременной сушкой дымовыми газами, выходящими из специальной автономной топки. Сухая угольная пыль с влажностью не более 4—6% отделяется в циклонах от сушильного агента, а затем досушивается и подогревается до 250—300°C в следующей ступени прогрева инертным газом, получаемым в технологической топке. Горячая угольная пыль отделяется в циклонах и поступает в основной аппарат — камеру термического разложения (пиролизер) на смешение с постоянно циркулирующим в схеме, подогретым до 800—900°С в технологической топке пылевидным коксиком того же топлива. В результате смешения подогретая пыль угля быстро догревается (со скоростью до 1 000 000°С/с до требуемой температуры скоростного разложения (пиролиза) угля, составляющей 500—700°С. В процессе смешения и пребывания в камере термического разложения из топлива выделяется парогазовая смесь, состоящая из горючего газа, паров смолы и пирогенетической воды, которая направляется в отделение газоочистки и смолоконденсации.

Исходящий из камеры термического разложения горячий полукокс охлаждается в специальных барабанных охладителях до температуры 70—80°С и выдается в склад готовой продукции.

Парогазовая смесь конденсируется в газоочистных устройствах и разделяется на три вида смол (легкую,

среднюю и тяжелую) и высококалорийный газ. Смолы направляются к водогрейным котлам ТЭЦ-2, при которой сооружена ЭТХ-175, и внешним потребителям. Высококалорийный газ посредством нагнетателей подается в топки котлов ТЭЦ-2, куда также сбрасываются фенольные воды.

В целях улучшения условий транспортировки полукокса внешним потребителям предусмотрено укрепление его механических характеристик за счет осмоления тяжелой смолой в специальных аппаратах-смесителях.

Перерабатывая в час 175 т бурого угля, ЭТХ-175 может ежегодно вырабатывать до 300 000 т полукокса — высококалорийного топлива для электростанций и доменных печей, около 120 млн. м³ горючего газа, а также до 100 000 т смолы для последующей переработки. Из этой смолы можно получить около 50 000 т котельного топлива, 15 000 т бензина, до 20 000 т битума и тысячи тонн других ценных химических продуктов.

Сооружение ЭТХ-175 позволило исключить из состава Красноярской ТЭЦ-2 один энергетический котел паропроизводительностью 420 т/ч, который заменен двумя газомазутными водогрейными котлами по 180 Гкал/ч, работающими на смоле и газе установки. Отдача тепла потребителям при этом возрастает более чем на 100 Гкал/ч. Пылевидный полукокс в процессе освоения установки ЭТХ-175 будет временно сжигаться в энергетических котлах ТЭЦ-2, что позволит накопить опыт для создания мощных котлоагрегатов, работающих на полукоксе канско-ачинского угля.

При использовании только коксика, полученного на ЭТХ-175, в металлургии Сибири может быть получен экономический эффект до 3 млн. руб. в год, а с учетом производства химических продуктов из смол он может возрасти до 5—6 млн. руб. в год.

Предварительные расчеты показывают, что полукокс, полученный на установке ЭТХ-175 и доставленный по железной дороге в Москву, по приведенным затратам примерно на 15—20% может быть экономичнее рядового кузнецкого угля.

Сегодня ведется проектирование мощных энерготехнологических комбинатов, своего рода промышленных гибридов электростанции и углеперерабатывающего завода на основе пиролиза. Строить их предполагается в районе Канско-Ачинского бассейна в непосредственной

близости от угольных карьеров, с которых уголь будет подаваться на переработку по трубопроводам. Каждый такой комбинат сможет ежегодно перерабатывать до 50 млн. т угля, обеспечивая топливом электростанцию мощностью 5 млн. кВт. Одновременно с электричеством он будет выдавать народному хозяйству миллионы тонн топливных и других химических продуктов.

Кроме экономических выгод, комплексная энерготехнологическая переработка угля дает еще ряд чрезвычайных в наше время преимуществ. Во-первых, возможность создания полностью замкнутого безотходного производства. Из поступающего на комбинат угля извлекут все полезные с технологической точки зрения компоненты, а «сухой остаток» в виде полукокса отправится в топки электростанций и доменные печи. И здесь проявится еще одно достоинство этой новой технологии — исключаются вредные выбросы в атмосферу, неизбежные при обычных способах сжигания угля. Полученное из него топливо будет практически полностью лишено экологических опасных элементов — серы и золы.

Метод комплексной энерготехнологической переработки низкосортных углей, разработанный советскими учеными, получил признание специалистов многих стран. По советским лицензиям в ряде стран будут также сооружены подобные энерготехнологические установки.

Еще немного об угле КАТЭКа. Бурый уголь, который добывается в Канско-Ачинском бассейне, как уже говорилось, содержит до 40% влаги. Избавиться от нее можно с помощью скоростной термообработки в вихревых камерах. Эта технология разработана специалистами Института горючих ископаемых (ИГИ) Министерства угольной промышленности СССР. Высокая температура блокирует поры, имеющиеся в угле, смолой, и уголь как бы консервируется. На основе исследований ИГИ институт Гипрошахт в Ленинграде разработал проект установки «Термоуголь-100». Ее производительность — 100 т высококачественного топлива в час [17].

УГОЛЬ ВМЕСТО НЕФТИ

Сегодня в топливном балансе большинства развитых стран преобладают природные углеводородные топлива, более половины которых составляет нефть. Из нее получают различные продукты, и прежде всего моторное топливо — бензин, керосин, дизельное и газотурбинное. Более тяжелые фракции дают мазут — котельно-печное топливо.

До недавнего времени нефть считалась дешевым топливом. Однако за последние десятилетия ситуация резко изменилась. И хотя нефти на планете еще немало и, безусловно, будут открыты новые месторождения, ясно, что эпоха дешевой нефти закончилась. Ее добыча обходится все дороже, идти за нею надо все дальше, транспортировать становится все сложнее.

Такая ситуация заставляет искать замену нефти для получения жидкого топлива. И прежде всего взоры обращаются на уголь, мировые запасы которого во много раз превосходят запасы всех остальных видов органического топлива.

В нашей стране есть богатейшие месторождения, в которых уголь можно добывать открытым способом. Такой уголь достаточно дешев. Взять хотя бы Канско-Ачинский бассейн. Приведенные затраты на добычу тонны условного топлива, по расчетам специалистов [18], к 1990 г. будут примерно в 6—7 раз меньше приведенных затрат на добычу нефти в новых труднодоступных районах. Этим определяется экономическая целесообразность переработки бурого канско-ачинского угля в жидкое моторное топливо.

Проблема синтетического жидкого топлива (СЖТ) не нова. Ее появление можно отнести к первому десятилетию нынешнего столетия. В те годы определился главный и весьма емкий потребитель жидкого топлива — транспортные и силовые двигатели внутреннего сгорания, количество которых стремительно росло. Уже тогда мировое потребление жидкого топлива достигло примерно 50 млн. т в год. И уже тогда выявилась неравномерность географического распределения нефтяных ресурсов. Около 95% мировой добычи нефти было сосре-

доточено всего в двух странах — России и США. Все остальные были вынуждены импортировать нефтепродукты или пытаться использовать низкокачественные заменители, выделявшиеся из продуктов сухой перегонки угля, древесины, сланцев.

В то же время известные запасы угля в несколько раз превышали запасы нефти, причем география месторождений угля была более равномерной — его добывали в Европе и Азии, на Шпицбергене и в Австралии, в Южной Америке и Северной. Вот почему в те годы идеи крупномасштабного получения жидкого топлива, равноценного нефтяному, из твердых горючих ископаемых, как говорят, носились в воздухе. Существовали тогда и некоторые научные предпосылки решения проблемы СЖТ. Они базировались на достижениях органической химии и геохимии, немалый вклад в которые внесли русские ученые, и прежде всего Д. И. Менделеев.

В упрощенном виде эти идеи можно изложить следующим образом. Главное отличие нефти и ее продуктов переработки от твердых горючих ископаемых состоит в повышенном содержании водорода, точнее, в более высоком мольном отношении водорода к углероду $H : C$ и одновременно в низком содержании кислорода, азота, серы и практическом отсутствии твердых минеральных веществ (зола). В частности, соотношение $H : C$ у сырой нефти примерно в 2—5 раз больше, чем у каменного угля, и на 25—50% больше, чем у бурого. При этом содержание кислорода в ней соответственно в 5—100 и в 50—100 раз ниже. Отношение $H : C$ в углях также довольно существенно разнится в зависимости от степени метаморфизма исходной органической массы или, как говорят, в зависимости от химического возраста углей. Так, в молодых бурых углях $H : C$ может достигать 1, в старых каменных углях — 0,8, а в наиболее старых — антрацитах — уменьшается до 0,5. Исходя из того что мольное соотношение в процессе переработки угля в СЖТ желательно довести до 2 (именно таково оно у высших сортов моторного топлива), становится ясно, что именно молодые сорта угля, в частности бурый уголь, наиболее перспективны в свете рассматриваемой проблемы. Важно отметить, что с увеличением $H : C$ понижается температура кипения топлива, что свидетельствует о снижении молекулярной массы вещества.

Следовательно, получение легкокипящих жидких

топлив из твердых горючих ископаемых должно в принципе сводиться к разукрупнению (крекингу) молекул исходного сырья, увеличению относительного содержания водорода, удалению кислорода, азота, серы и зольных минеральных веществ. Сделать это можно различными способами, и в соответствии с этим существует по меньшей мере три направления в решении проблемы СЖТ.

Первое из них, как показала практика, наиболее простое — это пиролиз. Его идея — такое перераспределение атомов углерода и водорода, что в одной части вещества отношение $H:C$ увеличивается и эта часть переходит в жидкое или даже газообразное состояние, а в другой части уменьшается, и она остается твердой. Происходит такое перераспределение в инертной среде при нагревании угля. Его макромолекулы представляют собой системы из кольцеобразных углеродных структур различного типа, объединенных углеводородными, гидроксильными и другими группами, содержащими также гетероатомы кислорода, азота, серы и других элементов. При нагреве угля эти макромолекулы частично распадаются. Их фрагменты, содержащие относительно большое количество водорода, переходят в газовую фазу, а другие при комнатной температуре конденсируются в виде жидкой смолы.

В процессе пиролиза часть атомов водорода теряется, соединяясь с гетероатомами, что, разумеется, уменьшает выход жидких продуктов. Максимальный их выход достигается при температуре $500-600^{\circ}\text{C}$. Процесс, идущий при таких температурах, часто называют полукоксованием в отличие от коксования, протекающего при температуре $900-1100^{\circ}\text{C}$. Выход жидкой смолы при полукоксовании существенно зависит от типа угля и для бурых углей, как уже говорилось, более богатых водородом, может достигать $12-15\%$ от исходной массы. В последние годы советским специалистам удалось заметно повысить этот процент благодаря резкому увеличению скорости нагрева частиц угля при пиролизе — до 10^4 град/с и более.

Смола, полученная при пиролизе бурых углей, содержит большое количество различных фенолов, которые необходимо отделить от моторного топлива. В итоге выход СЖТ уменьшается примерно вдвое. Поэтому крупнотоннажное производство синтетического топлива

этим методом явно нерентабельно, поскольку требует переработки чрезвычайно большого количества исходного сырья. Чтобы повысить рентабельность пиролитических процессов, производство СЖТ необходимо совмещать с производством других горючих и химических продуктов в так называемом энергохимико-технологическом комплексе.

В настоящее время в СССР до опытно-промышленного масштаба доведен высокоскоростной пиролиз бурого угля, разработанный специалистами Энергетического института им. Г. М. Кржижановского под руководством члена-корреспондента АН СССР З. Ф. Чуханова. Впервые в мире советским ученым удалось найти способ чрезвычайно быстрого нагрева угля (скорость до 10^5 град/с и выше) и увеличить выход жидкой фазы. Были построены опытно-промышленные установки по высокоскоростному пиролизу бурого угля, которые уже несколько лет эксплуатируются в СССР. Сейчас в Красноярске завершается строительство первой в мире энерготопливо-химической установки ЭТХ-175 [19]. «Питаясь» бурым углем, она будет ежегодно вырабатывать до 300 тыс. т полукокса — высококалорийного продукта для электростанций и доменных печей, около 120 млн. м³ горючего газа, который может быть использован на электростанциях, а также 100 тыс. т смолы. Из нее можно получить около 50 тыс. т котельного топлива, 15 тыс. т бензина, до 20 тыс. т битума и тысячи тонн других ценных химических продуктов.

Выход жидкой смолы в этом процессе составляет около 12% от исходной массы, что свидетельствует о преимущественно энергетической направленности процесса в целом. Вместе с тем можно отметить простоту метода, невысокие удельные капитальные вложения. И еще одно несомненное достоинство — возможность создания полностью безотходного производства. Из поступающего с карьера угля на такой установке будут извлечены все полезные с технологической точки зрения продукты, а «сухой остаток» в виде полукокса отправится в топки электростанций. Исключаются вредные выбросы в атмосферу, неизбежные при обычных способах сжигания угля. Полученное из него топливо практически полностью лишено экологически опасных элементов — серы и золы.

Второе направление получения СЖТ — присоеди-

ние к органической массе твердого топлива такого количества водорода, чтобы в итоге соотношение Н:С стало характерным для жидкого топлива. Процесс называется гидрогенизацией. Подавая извне водород, в жидкое топливо можно превратить практически всю органическую массу угля. Сложность в том, что реакция гидрогенизации требует повышенных температур (около 500°C) в сочетании с очень высоким (несколько сотен атмосфер) давлением водорода. Кроме того, для интенсификации реакции и получения заданных продуктов необходимо применять катализаторы.

Процесс гидрогенизации протекает следующим образом. Предварительно измельченный уголь смешивают со специальной углеводородной жидкостью до пастообразного состояния. Смесь подается в специальный реактор, в который под высоким давлением вводят водород. При нагреве разрываются связи между кольцевыми структурами угля, к ним присоединяются атомы водорода, причем образовавшиеся фрагменты молекул превращаются в жидкость или газ. Такой процесс идет особенно активно, если сама пастообразующая углеводородная жидкость является донором водорода, т. е. может при реакции с углем отдавать водород. В качестве примера можно привести тетралин, который, отдавая водород, превращается в нафталин.

Расход водорода 5—6 кг на 100 кг угля. Известно, что в свободном виде этот газ на Земле не встречается. Получают его в большинстве случаев конверсией природного газа или электролитическим разложением воды. Генерация водорода может происходить и в самом реакторе при окислении угля водяным паром. Для реализации этой реакции целесообразно использовать не исходный уголь, а оставшийся после гидрогенизации и прореагировавший уголь — шлам. Поэтому на практике, как правило, не стремятся к полному превращению угля в реакторе, а заканчивают процесс тогда, когда шлама остается столько, сколько нужно на производство необходимого количества водорода. С учетом этого, а также неизбежных потерь тепла на различных этапах КПД процесса гидрогенизации, который определяется как отношение теплоты сгорания полученного жидкого топлива к теплоте сгорания исходного угля, может составить 50%. Это означает, что, например, из 1 т канско-ачинского угля с теплотворностью 3500 ккал/кг можно полу-

чить примерно 170 кг СЖТ с теплотворностью примерно 10 000 ккал/кг.

Первых успехов в области гидрогенизации добился немецкий ученый Ф. Бергиус. Целенаправленно используя фундаментальные исследования русского химика В. Н. Ипатьева в области термokatалитической гидрогенизации органических веществ под давлением, он в 1911 г. получил в лабораторных условиях из угля жидкие углеводородные продукты, в том числе бензин. На основе опытов Бергиуса в 1917 г. была сооружена опытная установка гидрогенизации, на которой в течение длительного времени процесс обрабатывался в укрупненном масштабе.

К 1940 г. в мире функционировало около 40 заводов гидрогенизации. Ее реализация в промышленном масштабе потребовала преодолеть весьма серьезные трудности, такие, как освоение способов получения дешевого водорода, обеспечение надежной работы аппаратуры в условиях высоких температур и давлений, защита ее от коррозии и эрозии, разработка и освоение способов утилизации отходов процесса и выделяющегося тепла, а также непрерывное регулирование количества, состава и температуры больших потоков сырья и материалов.

В последнее десятилетие в Англии, США и ФРГ построен ряд установок по гидрогенизации углей с производительностью от нескольких десятков до нескольких тонн в сутки.

В настоящее время у нас в стране сооружаются две опытные установки гидрогенизации, разработанные в Институте горючих ископаемых [18]. Их производительность по углю — 5 и 75 т/сут. Крупным достижением явилось снижение давления водорода в этих установках примерно до 100 атм благодаря применению нового катализатора на молибденовой основе. В случае успешной работы опытных установок начнется создание промышленного предприятия по получению СЖТ методом гидрогенизации канско-ачинского угля.

Третий метод производства СЖТ из угля состоит из двух стадий. Первая — это превращение органической массы топлива в простейшие молекулы CO , CO_2 , H_2 , H_2O , т. е. получение так называемого синтез-газа. На второй стадии синтез-газ в присутствии катализаторов превращается в набор углеводородов, соответствующий жидким моторным топливам.

К настоящему времени в промышленности используются три основных метода проведения первой стадии газификации угля: Лурги, Копперс — Тотцека и Винклера.

В газификаторе Лурги все происходит в неподвижном слое кускового угля, сквозь который снизу вверх продувается парокислородная смесь под давлением около 30 ат. Сырой уголь и зола вводятся и выводятся через шлюзовые затворы. Недостатком этого метода является то, что, после того как в нижней части угольного слоя завершены основные реакции, образовавшиеся высокотемпературные газы проходят через расположенный выше холодный уголь, нагревают его и подвергают пиролизу. В результате в выходящий газ попадают продукты, которые затрудняют и удорожают его очистку. Поэтому для современного крупномасштабного производства СЖТ единичная производительность газификатора Лурги недостаточна.

Весьма распространены в промышленности газогенераторы типа Копперс — Тотцека. В них угольная пыль газифицируется при атмосферном давлении парокислородной смесью. Температура процесса выбирается несколько выше температуры плавления золы угля — 1500—1600°C, поскольку газификатор работает с жидким шлакоудалением. Этот метод применим практически для любого сорта угля, шламов гидрогенизации, остатков обогащения и т. п. При высоких температурах процесса практически исключено загрязнение газа продуктами пиролиза, что удешевляет очистку газа.

Однако производительность единичного газогенератора Копперс — Тотцека (до 1 млн. м³ в сутки) считается также недостаточной для масштабов современного производства СЖТ. Попытки усовершенствования метода направлены прежде всего на увеличение его производительности за счет повышения давления в газификаторе, но дальше опытных установок дело пока не продвинулось.

В газификаторах Винклера процесс протекает в кипящем слое угля, что обеспечивает весьма интенсивный тепло- и массообмен между твердой и газовой фазой. Кипящий слой создается продуванием парокислородной смеси при атмосферном давлении сквозь мелкозернистый уголь. Температура в таком слое достаточно однородна, и это позволяет избежать загрязнений газа продуктами пиролиза. В силу того что золоудаление в га-

зогенераторе Винклера осуществляется в твердой фазе, рабочая температура не должна превышать 1100—1200°C.

Принципиальная схема газификации по методу Винклера весьма перспективна для промышленных масштабов. Дальнейшая судьба этого направления зависит от того, насколько успешными окажутся опыты с применением повышенных давлений и более высоких температур.

Принципиально новым путем повышения эффективности процесса газификации угля, сулящим ряд технологических и технико-экономических преимуществ, является плазменная газификация, в создание методики которой большой вклад внесли советские ученые [20]. При температуре 1100—1200°C удастся получать безбалластную смесь CO и H₂, где единственной серосодержащей примесью является сероводород. Способы его удаления гораздо проще и экономичнее, чем удаление примесей, образующихся в ходе рассмотренных выше процессов.

Наиболее известным методом получения СЖТ из синтез-газов является метод Фишера — Тропша, разработанный в Германии в 20-е годы. Последующие работы по его усовершенствованию привели к созданию кобальтовых катализаторов, позволивших проводить синтез при давлении, близком к атмосферному, и при температуре 180—200°C. Этот метод был практически использован в Германии в годы второй мировой войны, и с его помощью производилось около 600 тыс. т бензина в год. Недостатком метода является то, что катализатор имеет небольшую избирательность и поэтому образуется очень широкая гамма продуктов, из которых далеко не все могут войти в состав моторных топлив. Причем большинство углеводородов имеет цепочечное строение. Они дают бензин сравнительно низкого качества, однако представляют большую ценность для получения дизельного топлива.

Сегодня в мире работает только одно промышленное предприятие, производящее СЖТ из угля по методу Фишера — Тропша. Это завод Сасол в ЮАР, первая очередь которого производительностью 250 тыс. т жидкого моторного топлива в год была пущена еще в 1955 г. В 70-х годах была пущена вторая очередь с восемью реакторами производительностью 250 тыс. т каждый [19].

К настоящему времени во многих странах — Анг-

лии, Польше, США, ФРГ, Японии и др. — исследования и разработки, связанные с СЖТ, приобрели значительный размах. Разрабатывается свыше 60 процессов и способов, не являющихся принципиально новыми, но существенно превосходящих по одному или нескольким важным параметрам их прежние аналоги. Ведущий в прошлом метод производства СЖТ — гидрогенизация — в настоящее время насчитывает около 30 разновидностей, находящихся на различных стадиях — от проверки на опытно-промышленных установках до проектов крупных заводов. Судя по публикациям и отчетам, показатели этих процессов превосходят довоенные как в технологическом, так и в экономическом отношении. Однако отдельные практические вопросы и характеристики процессов остаются еще во многом неопределенными.

В СССР усовершенствованный вариант процесса первичного ожижения угля путем гидрогенизации разработан в Институте горючих ископаемых. Процесс протекает в присутствии двух катализаторов: дешевого железного, расходуемого однократно, и более дорогого молибденового, подвергающегося регенерации и возврату в цикл. Помимо обычного затирочного масла, вводятся растворитель — донор водорода и добавки — инициатор гидрогенизации. В итоге давление с 600—700 ат удалось снизить до 100, а температуру — до 400°C. Выход же первичных жидких продуктов достиг 85% [19].

В США среди разрабатывающихся процессов ожижения угля под воздействием водорода выделяются прогрессивными решениями и достаточной проработанностью три процесса каталитической гидрогенизации.

Все они имеют во многом сходные схемы и характеристики. Угольная паста подвергается гидрогенизации при давлениях от 135 до 185 ат и температурах 450—465°C. Часть продукта гидрогенизации идет на замес пасты, другая часть направляется на вакуумную дистилляцию с отбором широкой фракции (с температурой кипения от 35 до 540°C), а тяжелый остаток идет на газификацию для получения водорода. Выход жидкого продукта составляет от 40 до 50%. Процессы отрабатываются на достаточно крупных установках. Промышленные установки производительностью 20—25 тыс. т в сутки намечено ввести в строй во второй половине 80-х годов.

Как свидетельствуют технико-экономические расчеты

фирмы ESCO, все три процесса позволят получать высокооктановый бензин себестоимостью 210—240 долларов за 1 т при цене 1 т угля 27,3 доллара и суточной мощности установки по угольной нефти 25 тыс. т.

Аналогичные или сходные процессы гидрогенизации обрабатываются в Англии, Польше, ФРГ, Японии.

Существенное упрощение процесса гидрогенизации достигается при так называемом одностадийном гидропиролизе. Так, в США разработан процесс гидропиролиза во взвешенном слое порошкообразного угля при давлениях 36—70 ат и температурах 540—560°C. В результате получается широкая фракция с пределами кипения 50—700°C и выходом жидкой фазы 58% от исходной массы угля. При этом расход водорода составляет 6% от массы угля.

Поскольку любой процесс прямого ожижения угля включает стадию его термического растворения, предпринималось много попыток осуществить эту стадию как самостоятельный вариант ожижения твердого топлива. В Институте горючих ископаемых удалось разработать достаточно эффективный вариант такого процесса для бурых углей и сланцев, осуществляемый при давлениях 30—50 ат, температурах 400—430°C с объемной скоростью выхода жидкого сырья от 1 до 5 объемов на объем реактора в 1 ч [19].

И все же на сегодняшний день наиболее развитым и перспективным выглядит путь ожижения угля через его газификацию и последующий синтез жидких углеводородов и метанола из продуктов газификации. Еще в середине 70-х годов этот путь не рассматривался как перспективный, поскольку себестоимость получавшихся бензина и дизельного топлива в 2—3 раза превышала порог рентабельности. Даже в особо благоприятных районах Австралии и США, там, где себестоимость добываемого угля наиболее низка, возможная прибыль была близка к нулевой. Однако в первой половине 80-х годов соотношение цен на нефть и уголь превысило некоторую граничную величину, после чего вышеуказанный метод получил возможность войти в число рентабельных. Специалисты западногерманской фирмы «Лурги» пришли к выводу, что при ценах на бензин и дизельное топливо, доходящих сегодня до 325—350 долларов за 1 т, достигают порога рентабельности все разработанные в последние 10 лет способы получения из угля заменителей

нефтяных продуктов топливного назначения. Термический КПД этих процессов находится сейчас в среднем на уровне 56—58%, а расход угля на 1 т продукта составляет 2,6—2,7 т каменного или 4,5—5 т бурого.

В ЮАР, где цены на уголь одни из самых низких в мире, порог рентабельности был достигнут ранее. Уже в 1976 г. там было начато сооружение второго завода синтеза по методу Фишера — Тропша. К концу 1981 г. завод вышел на проектную мощность 1,7—2,2 млн. т/год. Близок к выводу на проектную мощность третий подобный завод.

За последние годы во многих странах идет широкий поиск новых катализаторов реакций синтеза из СО и H_2 . Получено много интересных и даже неожиданных результатов при исследовании новых металлокомплексных (гомогенных и гетерогенных) и цеолитных катализаторов, механизмов реакций синтеза. Однако для практического использования пока не предложено ни одного принципиально нового или в существенной степени более эффективного процесса синтеза.

Стоит отметить, наконец, и самый «модный» в последнее время процесс — получение высокооктанового бензина дегидратацией метанола в присутствии цеолитных катализаторов из СО и H_2 (так называемый мобил-процесс). Этот способ рассматривается как альтернатива процессу Фишера — Тропша, а также как путь утилизации относительно дешевого и доступного метанола, который может быть получен из любого углеродсодержащего сырья.

Однако в отличие от синтеза метанола из природного газа или мазута его производство из угля обходится в 1,6 раза дороже. В итоге этот процесс пока уступает производству бензина не только из нефти, но и из угля путем гидрогенизации.

Производство СЖТ из угля сопряжено с серьезными экологическими проблемами. Прежде всего они обусловлены существенным возрастанием количества углекислого газа, выбрасываемого в атмосферу. По данным специалистов департамента энергетики США [19], производство и сжигание искусственного жидкого топлива по сравнению с таким же по теплотворной способности количеством нефти на 50—100% увеличивает выбросы CO_2 в атмосферу. Рост объемов выбросов CO_2 , являющегося как продуктом сжигания органического топлива, так и

отходом многих промышленных процессов, уже давно представляет серьезную проблему. Последствия этого роста пока не предсказуемы, и мнения специалистов на этот счет весьма противоречивы [21].

Тем не менее, несмотря на все трудности и сомнения по поводу использования в будущем синтетического жидкого топлива, его производство в больших масштабах становится насущной необходимостью, которая диктуется как ходом научно-технического прогресса, так и объективным фактом близкого исчерпания доступных запасов нефти. Поэтому фундаментальные и прикладные исследования и технологические разработки, направленные на решение проблемы СЖТ, будут не только продолжаться, но и, несомненно, значительно расширяться. В конечном счете очень вероятно, что производство СЖТ во многих странах, особенно в не располагающих запасами нефти, в течение ближайших 10—15 лет разовьется в крупную отрасль хозяйства.

В нашей стране, несмотря на имеющиеся запасы нефти, ведется работа по целевой комплексной программе разработки процессов и оборудования для получения синтетических жидких и газообразных углеводородов из угля и других ненефтяных видов сырья. Подобная программа, разрабатываемая впервые в истории страны, призвана создать научную и техническую базу для новой отрасли народного хозяйства — производства синтетических топлив. Программа предусматривает [22] в течение 80-х годов проверить различные технологические решения в этой области на крупных опытно-промышленных установках, разработать технико-экономическое обоснование на сооружение первых промышленных предприятий и приступить к их строительству в двенадцатой пятилетке. Программа направлена в первую очередь на вовлечение в переработку дешевых канско-ачинских углей, поэтому территориально работы будут вестись в основном в Сибири.

Программой предусмотрено соорудить крупные опытно-промышленные установки:

— по высокоскоростному пиролизу угля с соответствующими цехами переработки продуктов пиролиза — полукокса и смолы. Эта установка позволит получить данные для разработки способов совмещения пиролиза с производством энергии, а также использования получаемых продуктов в качестве химического сырья;

— по сжижению угля методом гидрогенизации. В результате эксплуатации установки будет выбран оптимальный вариант получения синтетических топлив в промышленном масштабе;

— по газификации угля с последующим получением из синтез-газа метанола и других углеводородов. В этом направлении возможны различные варианты, в том числе вариант совмещения синтеза углеводородов с МГД-генератором электроэнергии, который разрабатывается красноярскими учеными. Весьма перспективным может стать процесс получения жидких топлив из метанола, катализаторы для которого в настоящее время разработаны в Институте катализа Сибирского отделения АН СССР.

В целом программа будет иметь большое общегосударственное значение, поскольку ее выполнение даст возможность диверсифицировать источники энергии и тем самым находить наиболее оптимальные варианты обеспечения энергетических потребностей народного хозяйства. Кроме того, программа предусматривает поиск наиболее рентабельных способов передачи дешевой сибирской энергии в европейскую часть страны. Это, возможно, будет трубопроводный транспорт синтетической нефти или обгазованного угля либо передача электроэнергии по сверхпроводящим линиям.

Сегодня совершенно бесспорным является тот факт, что экономика выдвигает в качестве одной из первоочередных задач рациональную замену нефти в энергетике и других отраслях народного хозяйства. Производство СЖТ из угля является одним из наиболее перспективных решений этой задачи.

УГОЛЬ И МЕТАЛЛУРГИЯ

Производство кокса в традиционных камерных печах — это процесс, в котором все стадии столь тесно связаны между собой, что раздельно регулировать их технологические режимы невозможно. В этих условиях в полноценный кокс могут превращаться лишь коксующиеся угли. Однако их запасы во всем мире истощаются, добыча становится все дороже. Поэтому специалисты ищут новые способы производства кокса либо варианты замены кокса в доменном производстве, с тем чтобы пустить в ход недорогие марки углей.

В СССР в последние годы достигнуты немалые успехи в деле надежного обеспечения металлургического производства топливом и сырьем. Речь здесь пойдет как о наиболее экономичных способах производства кокса, так и о вариантах успешной замены коксующихся углей.

Попытки создать формованный кокс из слабоспекающихся углей недорогих марок, спрессованных под давлением в сотни атмосфер, до недавнего времени оказывались малоудачными. Но это доказывало только то, что нужно искать иную технологию.

И такая технология была найдена сотрудниками института «Гипрококс» в Харькове. Они разделили процесс коксования на несколько дискретных стадий, на каждой из которых управление процессом ведется отдельно. И прежде всего удалось добиться возможности тонко регулировать механизм термохимической деструкции и синтеза органического вещества углей. Как же выглядит новая технология?

Шихту, составленную из смеси, например, 60% газовых углей класса 721 и 40% слабоспекающихся углей класса 444, подают в установку скоростного нагрева. Точное значение рабочей температуры в пределах 400—500°C устанавливают по результатам химического анализа шихты. Приобретая нужную пластичность, масса поступает в формовочную машину, которая прессует из нее брикеты. Далее, двигаясь в вертикальной печи под действием собственного веса, брикеты проходят последовательно стадии спекания, прокаливания и сухого тушения инертным газом или парогазовой смесью. Выделившиеся летучие вещества улавливают и перерабатывают или сжигают как топливо. Установка герметична и исключает загрязнение окружающей среды. Расход электроэнергии на производство 1 т формованного кокса не превышает 36 кВт·ч.

Полученный формованный кокс имеет следующие характеристики: содержание летучих веществ — около 1,5%; показатель $M_{40}=85-90\%$; показатель $M_{10}=7-8\%$.

Изготовленный на новой установке кокс из слабоспекающихся углей ничем не отличается от доменного, а по некоторым показателям даже превосходит его. На таком коксе проведены плавки в печи объемом 700 м³. Удельный расход топлива уменьшился на 2%, удельный расход углерода — более чем на 3%, а производи-

тельность печи возросла примерно на 2% по сравнению с работой на обычном коксе.

Способ получения формованного кокса, способ и установка скоростного нагрева, способ определения термической подготовленности массы к формовке, вертикальная трехзонная печь для спекания, устройство для контроля температур и другие узлы запатентованы во многих странах Европы, Азии и Америки.

Еще более широкое применение нашла в СССР и за рубежом разработанная у нас в стране технология сухого тушения кокса. Ее привлекательность объясняется требованиями времени: технология должна быть экономичной и экологичной.

При традиционной технологии тушения раскаленный кокс заливался водой. Выделяющиеся в процессе коксования фенолы пытались улавливать и отправлять для переработки на химические заводы. Часть фенолов так или иначе попадала в охлаждающую воду и вместе с нею в окружающую среду. В силу токсичности фенолов вода также становилась ядовитой.

Долгое время специалисты пытались решить проблему фенольных вод. Пробовали, как, например, в США, закачивать ее в специально пробуренные скважины. Но проходило немного времени, и вода повсюду в окрестностях завода оказывалась отравленной. Тогда решили фенольной водой тушить тот же раскаленный кокс. Соприкасаясь с раскаленным коксом, фенолы улетучивались в атмосферу. Воды стали чище, но при этом ядовитые фенольные пары стали разноситься на огромные расстояния вокруг.

Необходимо было найти способ, в принципе предохраняющий природу от загрязнения. Этой проблемой занялись специалисты того же харьковского института «Гипрококс».

Рано или поздно они задались вопросом: что делает вода в процессе тушения кокса? Отсекает кокс от кислорода воздуха и, прекращая дальнейшее горение, охлаждает его. Но ведь то же самое с успехом могут делать и нейтральные газы.

Так возникла идея, которая в конечном счете материализовалась в виде установок сухого тушения кокса (УСТК), завоевавших весь мир. Что же они собой представляют?

Главная часть установки сухого тушения кокса — не-

сколько конусообразных камер. В одну из них загружается раскаленный кокс. Камера закрывается, и через нее начинают пропускать под давлением воздух. Причем один и тот же воздух пропускают через камеру несколько раз. Проходя через раскаленный кокс, он в конце концов теряет кислород. Остаются азот и углекислый газ — вещества, не поддерживающие горения. Кокс постепенно остывает, а нагретый воздух направляют в котлы-утилизаторы, где он отдает полученное тепло на производственные нужды. Вообще-то, и этот принцип тоже реализован советскими специалистами, нагретый воздух можно направить на турбины, которые станут вырабатывать электроэнергию. При этом отработанный в турбинах воздух снова пойдет в камеры тушения, снова нагреется и понесет тепло от кокса в утилизаторы или к турбинам и т. д.

Весь цикл тушения кокса в одной камере занимает около 5 ч. Поэтому при домне, как правило, ставят несколько камер, чтобы подача кокса была непрерывной.

При сухом тушении кокса прекращаются выбросы в атмосферу коксовой пыли и вредных химических веществ. И кокс получается лучшего качества, чем при тушении водой, а именно повышается его механическая прочность и равномерность гранулометрического состава. А это снижает его удельный расход на выплавку чугуна, повышает производительность доменных печей.

Само собой, уменьшается расход воды на нужды коксохимического производства. А это тоже немаловажное достоинство нового способа — ведь раньше установки тушения кокса поглощали целые реки воды, возвращая их в виде отравленных фенолами растворов. Теперь же концентрированные фенольные растворы оказалось рентабельнее перерабатывать в полезные химические продукты.

Сегодня установки сухого тушения кокса нашли в нашей стране широкое применение на большинстве металлургических предприятий. В год через них проходят миллионы тонн кокса. УСТК предусматриваются в составе всех вновь строящихся коксовых батарей.

Советская технология сухого тушения кокса нашла горячих поклонников за рубежом в лице самых солидных металлургических фирм. Первая УСТК в СССР (и в мире) начала работать в 1965 г., а в 1972 г. лицензию на нее купила у нас японская фирма «Ниппон кокан»,

Далее события развивались лавинообразно. В 1973 г. лицензию купила фирма «Ниппон стил», в 1974 г. — сразу три фирмы: «Италимпьянти» (Италия), ИХХ (Япония), «Центрозап» (Польша). За ними пошли «Альтос орнос» (Испания), «Ньютон чемберс» (Англия), «Тиссен инжиниринг» (ФРГ), «Софресид» (Франция).

— Почему мы заключили это соглашение, — пишет М. Канье, директор металлургического отдела фирмы «Софресид» [23]. — Прежде всего потому, что обычная технология уже не удовлетворяет требованиям времени. Слишком велики потери тепла, бесполезно улетавшего с паром, а фенол и другие химические продукты, неизбежные при коксовании, загрязняют атмосферу. Да что там, даже внешний вид традиционных установок вызывает чувство протеста. Установки же тушения кокса возвращают большую часть энергии, затраченной на нагрев коксуемого угля, и потому рентабельность их не вызывает сомнений. Следует подчеркнуть, что по мере удорожания топлива — а это, увы, процесс неуклонный, — УСТК будут становиться все выгодней: ведь они дают энергетический пар, необходимый всем коксовым заводам.

«Новая УСТК, — сообщает японская фирма «Ниппон стил» [23], — способна потушить сухим способом 110 т кокса в час — это самая крупная среди подобных установок в Японии. В процессе ее работы отбирается 1550 МДж тепла с одной тонны кокса и нагревается инертный газ, используемый в производстве пара высоких параметров (11,5 МПа при 530°C), идущий на выработку электроэнергии. Одна такая установка возмещает около 5% энергетических затрат металлургического завода».

Две установки, построенные по советской лицензии фирмой «Тиссен» в г. Хамборне (ФРГ), охлаждают инертным газом более 1 млн. т кокса в год. Полученный на УСТК пар приводит в действие турбину мощностью 18 МВт.

В условиях истощения коксующихся углей несомненным является и такое достоинство УСТК, как возможность вводить в предназначенную для коксования шихту весьма значительное количество слабоспекающихся углей.

Возможность если не полностью отказаться от кокса при производстве чугуна, то по крайней мере частично

сократить его расход, дает способ вдувания в домну угольной пыли, разработанный специалистами ДонНИИЧермета (г. Донецк).

Согласно их расчетам при вдувании в горн печи совместно природного газа и угольной пыли из тощего угля (200 кг на 1 т чугуна) расход кокса снижается на 32% (180 кг на 1 т чугуна), а природного газа — на 39% (35 м³ на 1 т чугуна). Способ содержит потенциальную возможность существенно сократить или полностью отказаться от применения природного газа и мазута.

Реализуя разработанную технологию, ДонНИИЧермет и Донецкий металлургический завод им. В. И. Ленина построили опытно-промышленную установку для приготовления угольной пыли и вдувания ее в доменную печь. Итогом ее испытаний явился вывод о том, что метод повышает производительность труда доменщиков, снижает расходы на плавку чугуна, уменьшает загрязнение окружающей среды.

При отработке узлов установки необходимо было уделить особое внимание износостойкости тракта подачи угольной пыли и равномерному распределению ее по фурмам. Для этого был создан и испытан во время непрерывных четырехмесячных плавов специальный тракт с поворотами на 15, 30, 45 и 90° и делителями потока. В процессе испытаний выяснилось, что глубина износа ударных пят диаметром 25—100 мм не превысила 5—10% рабочей толщины. Высокой износостойкости трактов подачи способствовали установленные в трубопроводы элементы, отлитые из плавленого камня. После эксплуатации в течение 1000 ч отсутствовали какие-либо заметные следы абразивного износа на внутренней поверхности элементов трубопроводов.

Угольная пыль подавалась в доменную печь через все воздушные фурмы. Расход пыли контролировался специальным прибором, который измеряет с точностью $\pm 5\%$ концентрацию в пределах до 20 кг на 1 м³ воздуха и приводит в действие систему автоматического регулирования концентрации угольной пыли.

Системой контроля и управления были охвачены все узлы установки. Дозирующий бункер заполнялся автоматически, с высокой точностью поддерживался заданный перепад давления и расход транспортирующего газа в тракте подачи угольной пыли. При вдувании в горн до 100 кг угольной пыли на 1 т чугуна было достигнуто

равномерное ($\pm 15\%$) поступление ее в печь как во времени, так и по отдельным фурмам.

Что же показали испытания?

В ходе опытно-промышленных плавов в печь было подано в общем итоге свыше 80 тыс. т угольной пыли, выплавлено около 1,5 млн. т чугуна и сэкономлено 80 тыс. т кокса. Для приготовления угольной пыли использовали тощий уголь с содержанием 10—13% золы. Вдувание в горн угольной пыли в количестве 32—86 кг на 1 т чугуна сопровождалось снижением расхода кокса на 70—80 кг на 1 т чугуна (9,8—13,7%), а условного топлива — на 3—5% при практически одинаковой производительности печи. Увеличение расхода угольной пыли до 100 кг на 1 т чугуна приводит к росту доли замененного кокса до 20%.

Температура в горне печи и концентрация внесенных с шихтой угольных примесей при вдувании угольной пыли сохранялись на прежнем уровне, окислительный потенциал фурменных зон и поступление в горн окислов железа уменьшились. Температура продуктов плавки возросла: средняя температура чугуна — до 1482°C, а верхнего шлака — до 1581°C. Химический состав чугуна существенно не изменился. Не отмечалось случаев массового прогара фурм и загромождения горна во время опытных плавов. Все это свидетельствует о полном сгорании и газификации углерода угольной пыли в фурменных зонах.

На основании проведенных работ в нашей стране сооружен промышленный комплекс для приготовления и вдувания 140 тыс. т угольной пыли в год, который обслуживает три доменные печи общей производительностью 1,5 млн. т чугуна в год. Весь процесс приготовления и подачи угольной пыли в домы полностью механизирован.

В СССР побывала делегация крупнейшего австрийского металлургического концерна «Фест альпине» и познакомилась с технологией плавки чугуна с вдуванием угольной пыли. Итогом визита стала покупка советской лицензии на право внедрения этой технологии в Австрии на нескольких металлургических предприятиях, в том числе на одной из крупнейших в Западной Европе доменных печей объемом 2500 м³.

ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы XXVI съезда КПСС. М., Политиздат, 1981.
2. Основные положения Энергетической программы СССР на длительную перспективу. М., Политиздат, 1984.
3. Братченко Б. Ф. Энергия угля. М., Недра, 1981.
4. Мировая энергетика. Прогноз развития до 2020 года. М., Энергия, 1980.
5. Мазор Ю. Р., Матвеев А. К. Будущее угля. — Природа, 1977, № 11.
6. Гринько Н. Судьбы донецкого угля. — Правда, 1984, 3 декабря.
7. Щадов М. И. Актуальные проблемы развития КАТЭКа. — Уголь, 1982, № 7.
8. Богатство в отвалах. — Известия, 1984, 5 декабря.
9. Стырикович М. А., Шпильрайн Э. Э. Энергетика. Проблемы и перспективы. М., Энергия, 1981.
10. Скалкин Ф. В., Канаев А. А., Копп И. З. Энергетика и окружающая среда. Л., Энергоиздат, 1981.
11. Слюсарев Ю. Русло для водородно-электрической реки. — Юный техник, 1983, № 10.
12. Непорожний П. С. Цель и путь одновременно. — Энергия, 1984, № 8.
13. Георгиев Ю. «Энергохимия» — слово новое. — Знание—сила, 1979, № 2.
14. МГД — преобразование энергии. — Энергия, 1984, № 2.
15. Слюсарев Ю. Новый взгляд на старое топливо. — Московские новости, 1980, № 8, 24 августа.
16. Головная промышленная энерготехнологическая установка ЭТХ-175 на Красноярской ТЭЦ-2. Проспект ВДНХ, 1979.
17. Блохин А. Топливо будущего? — Известия, 1984, 22 декабря.
18. Шейндлин А. Е., Шпильрайн Э. Э. Синтетические жидкие топлива из угля. — Энергия, 1984, № 12.
19. Локтев С. М. Искусственное жидкое топливо: прошлое, настоящее и будущее. — Вестник АН СССР, 1982, № 1.
20. Кружилин Г. Н. Плазменная газификация угля. — Вестник АН СССР, 1980, № 2.
21. Стырикович М. А. Стратегия энергетики. — Теплоэнергетика, 1982, № 10.
22. Калечиц И. В. Проблемы химического и энергетического использования углеводородного сырья Сибири. — Вестник АН СССР, 1981, № 6.
23. Сухое тушение кокса: взгляд сквозь годы. — Лицензинторг информирует, 1984, № 13.

Материалы подготовлены
В. И. Бабкиным, С. И. Венецким,
В. А. Заворотовым

реакционные



**ВЕДЕТ Э.Я. САПОЖНИКОВ - ЧЛЕН РЕДКОЛЛЕГИИ,
ЗАМЕСТИТЕЛЬ НАЧАЛЬНИКА ОТДЕЛА ГОСКОМИЗОБРЕ-
ТЕНИЙ.**

приложения

Первые шаги в хозяйственном освоении зоны БАМа начались с разработки ресурсов Южно-Якутского угольного бассейна, в частности Нерюнгринского разреза. На сравнительно небольшой глубине под слоем окисленных углей залегают пласты коксующихся углей самых дефицитных марок с очень высокими характеристиками. Обычно коксующийся уголь залегают в шахтах с круто падающими пластами, со сложными горно-геологическими условиями — не случайно его цена на мировом рынке довольно высока. Открытая добыча такого угля, как в Нерюнгри, весьма редкое явление.

Предусмотрено, что в 1985 г. производство в Нерюнгри выйдет на проектную мощность. Его разработка ведется с помощью только самой современной техники. На разрезе работают автосамосвалы БелАЗ грузоподъемностью 110 и 180 т; загружаются они 20-кубовыми экскаваторами производства «Уралмашзавода». Рядом с угольным разрезом построена крупная обогатительная фабрика. На промышленных отходах обогащения угля будет работать расположенная неподалеку Нерюнгринская ГРЭС. Два агрегата ее мощностью по 300 МВт уже работают, ввод третьего запланирован на середину 1985 г.

Энергия, 1984, № 12

В социалистических обязательствах трудящихся Казахской ССР на 1985 г. предусмотрено с опережением сроков ввести в действие первую очередь нового угольного разреза «Восточный» на 15 млн. т топлива в год. По объему добычи новый разрез уступает своему «старшему брату» — «Богатырю». Но впервые в отечественной практике уголь «Восточного» прямо из забоя будет выдаваться мощными конвейерами на поверхность. Новая схема устранит главную причину простоев роторных гигантов — неритмичную подачу железнодорожных вагонов.

Правда, 1985, 7 марта

Примерно половину сырья, которое используется для производства высококачественного цемента на Ангарском цементно-горном комбинате, составляет зола соседней тепловой электростанции. Это более 600 тыс. т в год. Золоотвалы располагаются рядом с комбинатом, на территории тепловой электростанции. Здесь нет привычного золохранилища с пылящими и дымящими отвалами золы и шлака. Старые их залежи уже переработаны, в дело идут суточные поступления. Такая организация производства выгодна всем, в том числе и городскому хозяйству: сохраняются земли, которые пришлось бы выделить под золохранилища (а это не менее 100 га), предотвращается ущерб окружающей среде. Зола электростанции оказалась наиболее эффективным исходным сырьем, обеспечивающим устойчивый

тепловой режим печей. Ведь она содержит в своем составе до 10% горючих углистых частиц (недожог), которые в процессе обжига цементного клинкера полностью выгорают. Это экономит технологическое топливо.

Экономическая газета, 1983, № 24

Бригада коммуниста М. Черноволова завершила скоростной рейд на проходке главного ствола шахты им. В. И. Ленина производственного объединения «Ворошиловградуголь». С помощью комбайна СК-1 за месяц пробито свыше 180 м, что является наивысшим достижением для комбайновой проходки. Но главное достижение скоростников — новый мировой рекорд производительности труда: более 16 м³ готового ствола в смену в расчете на каждого проходчика. Две самые трудоемкие операции цикла проходки — разрушение породы и ее транспортировка полностью совмещены во времени. Инструменты размалывают породу, перемешивая ее с водой. Сжатый воздух захватывает пульпу, гонит ее в бункеры, откуда она скипами выдается на поверхность. Кстати, и возведение бетонной крепи выполняется без остановки агрегата. Иными словами, главным резервом роста производительности труда при комбайновой проходке стал переход от цикличной технологии к непрерывному потоку, когда комбайн работает по 16—17 ч в сутки и останавливается только для профилактического осмотра и замены режущего инструмента.

Правда, 1984, 3 ноября

В соответствии с целевой комплексной научно-технической программой в нашей стране осуществляется строительство 250-километрового опытно-промышленного углепровода Белово — Новосибирск, который позволит отработать в натурных условиях технологические процессы и основное оборудование гидротранспорта. Сам по себе принцип перекачки водоугольной смеси по трубам далеко не нов. С 1966 г. в Кузбассе действуют два трубопровода, транспортирующих уголь с гидрошахт «Юбилейная» и «Инская» на расстояние 10—11 км. Однако опыт их эксплуатации мало приемлем для создания перспективных систем. В этих трубопроводах соотношение твердой фазы к жидкой всего 1 : 7 или 1 : 12. К тому же крупность угля до 100 мм снижает производительность и ускоряет абразивный износ труб.

Углепровод Белово — Новосибирск создается по принципиально новой в мировой практике технологической схеме; ее суть — транспортирование высококонцентрированных (с содержанием угля до 60—70%) тонкодисперсных водоугольных суспензий с последующим непосредственным их сжиганием. Крупность угля при этом — менее 0,2 мм. При такой концентрации суспензии приобретают вязкопластические свойства, становятся малотекучими и могут транспортироваться по трубам только при обработке специальными реагентами.

Главное, чем привлекательна новая технология, — это возможность прямого сжигания смеси без какой-либо предварительной механической обработки. Уменьшается расход воды, обеспечивается высокая стабильность суспензии, что упрощает ее хранение и транспортирование.

Экономическая газета, 1984, № 19

Надежной топливной базой индустрии Дальнего Востока станет угольный разрез, вступивший в строй на Павловском месторождении. Здесь добыты первые тонны угля, Новое предприятие — вторая очередь Павловского разреза. С выходом на проектную мощность отсюда будут поставлять 4,5 миллиона тонн топлива в год на предприятия региона. Ввод в строй нового разреза осуществлен точно по графику. Этому во многом способствовали объединенные усилия строителей и шахтеров. Одновременно с вскрышными работами здесь шел монтаж подъездных путей, подстанций, мощных экскаваторов. Ускоренное развитие горнодобывающей промышленности Дальнего Востока позволит создать необходимый запас топлива для значительного увеличения мощностей предприятий энергетики.

Правда, 1985, 9 января

Создана новая система автоматической газовой защиты — комплекс «Метан». В основном его устройство и принцип действия аналогичны примененным в хорошо известных на шахтах средствах автоматического контроля метана АМТ-2 и АМТ-3. Изменения связаны с использованием более совершенной элементной базы.

Комплекс «Метан» предназначен для непрерывного местного и централизованного контроля содержания метана в горных выработках и выдачи команд на отключение электроаппаратуры в случае предельно допустимой концентрации. Комплекс может работать как самостоятельно, так и в системах управления проветриванием и вентиляцией участков и угольных шахт в целом. В него входит система автоматической телефонной связи, обеспечивающая оперативную сигнализацию от любого датчика, которые могут устанавливаться в труднодоступных местах горных выработок.

Проспект ВДНХ, 1985 г.

На шахте им. А. А. Скочинского в Донбассе проводятся промышленные испытания технологии многостадийного воздействия на газодинамическую активность выбросоопасного песчаника почвы пласта проводится его гидрорасчленение. В рабочую жидкость добавляется микробиологическая суспензия. На второй стадии проводят гидрорасчленение самого пласта, что повышает его проницаемость. Третья стадия — освоение скважин гидрорасчленения; четвертая — солянокислая обработка пласта для углубления дегазации. На последней, пятой стадии оставшийся в пласте метан обрабатывают растворами мочевиноформальдегидной и поликонденсационной смол в режиме фильтрации.

Проспект ВДНХ, 1984 г.

Проектно-конструкторское бюро треста Донецкуглеавтоматика совместно с Донецким политехническим институтом разработало газоподготовительную станцию ГПС-1 для обогащения природным газом газа, получаемого при дегазации угольных шахт. Каптируемый газ с содержанием метана менее 30% по объему поступает в установку под давлением, создаваемым вакуум-насосами. После влагоотделения, прохождения предохранительного клапана, регулятора давления и узла замера расхода он подается в смеситель. Туда же, также под давлением, подается природный газ из городской сети. В смесителе получают газ с содержанием метана 40% по объему,

который направляется для сжигания в котельные. Расход природного газа регулируется автоматически, в зависимости от содержания метана в каптируемом газе. Производительность станции — 5500 м³ газовой смеси в час. Экономический эффект, достигнутый благодаря применению станции на шахте им. М. Горького в Донбассе, составляет 70 тыс. руб. в год.

Проспект ВДНХ, 1984 г.

Четвертую часть угля, добываемого в СССР открытым способом, дает Экибастузский бассейн. В одиннадцатой пятилетке страна получит отсюда 400 млн. т угля, почти половина из которого будет извлечена из разреза «Богатырь». Его годовая производительность — 50 млн. т.

Экибастузские угли очень твердые, а породные прослойки по твердости приближаются к гранитам. Поэтому добыча здесь ведется с применением новой технологии: взрывом «на встряхивание» рыхлят угольный массив, не нарушая его структуры, после чего в работу вступают мощные роторные экскаваторы. Здесь среди прочего оборудования работают два самых крупных в мире роторных комплекса производительностью по 5 тыс. куб. м в час. Столько же дает шахта средней мощности за сутки.

Наука и жизнь, 1984, № 3

Институт Гипроуглемаш, ИГД им. А. А. Скочинского и Дружковский машиностроительный завод им. 50-летия Советской Украины разработали очистной механизированный комплекс 1КМТ. Он предназначен для работы в пластах мощностью 1,1—1,5 м с углом залегания до 35°. Комплекс особенно эффективен в лавах с трудноуправляемой кровлей. Промышленные испытания комплекса прошли успешно. Принято решение о его серийном производстве.

Уголь, 1985, № 1

Одним из перспективных источников сырья для получения физиологически активных средств — гуминовых стимуляторов роста — являются земляные, плотные и выветрившиеся бурые и окисленные каменные угли. Особое значение приобретает применение богатых гуминовыми кислотами так называемых сажистых углей, которые из-за их высокой окисленности ограниченно применяются в энергетике.

Гуминовые кислоты входят в состав органического вещества в почве — гумуса. Доказано, что они являются стимуляторами роста растений и обладают свойствами, способствующими повышению плодородия почв. Однако было отмечено также, что микроэлементы, содержащиеся в минеральной части гуминовых удобрений из некоторых углей, могут не только стимулировать, но и тормозить развитие растений. Поэтому в последние годы советские ученые-углехимики и специалисты-агрохимики уделяют много внимания получению и испытанию «чистых» концентрированных водорастворимых препаратов из углей, которые можно было бы широко использовать во всех районах орошаемого земледелия, в парниково-тепличном хозяйстве, а возможно, и для авиаопрыскивания растений.

К настоящему времени в вегетационных и полевых опытах изучены гуминовые препараты из окисленных каменных и бурых углей Донбасса, Кузбасса, бассейнов Восточной Сибири, Днепровского и Подмосковского, ряда месторождений Забайкалья и Средней Азии.

На овощных, технических, лекарственных, плодово-ягодных культурах, а также на травах лугов в разнообразных почвенно-климатических условиях установлена существенная эффективность гуминовых препаратов. Урожайность в среднем повышалась на 15—25% и более. Помимо увеличения урожайности, отмечалось также сокращение сроков созревания, улучшение качества продукции.

Например, испытание гуматов натрия, полученных в Институте горючих ископаемых из канско-ачинских углей, в тепличном хозяйстве Малаховского экспериментального завода «Гипроуглемаша» дало в 1983 г. прибавку урожая огурцов в среднем на 38% и томатов — на 24%.

Прибавка в результате обработки гуматом натрия семян в Днепропетровской области составила (ц/га): озимой пшеницы — 2,5—3, подсолнечника — 1,6—2,5, зерна кукурузы — 2—3, силоса кукурузы — 15—20. А внекорневая обработка плодовых насаждений гуматом натрия дала прибавку урожая яблок 16—24 ц/га.

Уголь, 1984, № 4

Уникальная аппаратура для управления горными машинами при помощи инфракрасного луча создана специалистами института Донавтоматгормаш и одного из заводов Макеевки.

Инфракрасный луч доказал, что в условиях шахты он намного эффективнее, чем радиоволна. Первый образец разработанной аппаратуры управлял породопогрузочной машиной и двумя угледобывающими комбайнами. Испытания проводились в шахтах имени А. Засядько и имени газеты «Социалистический Донбасс». Выдержав экзамен под землей, приборы подтвердили право на серийное производство.

— Несколько десятков комплектов аппаратуры новой серии очень нужны шахтерам, — сказал директор макеевского завода В Донец. — Горняк, применяя их, может находиться вне зоны пыли и шума, которые образуются при работе комбайна, и управлять им дистанционно.

Известия, 1985, 26 января

Одна из проблем в угледобыче — оптимизация конструкции углового конвейера для выгрузки угля из забоя в штрек. До сих пор изменение направления движения грузопотока на 90° осуществлялось либо путем консольного крепления скребков к одиночной тяговой цепи, либо путем крепления их к цепи средней частью. И тот, и другой способы имеют существенные недостатки, в частности невысокую производительность, низкую надежность, большие затраты энергии.

Специалисты Донецкого угольного института создали новый угловой конвейер, который работает по двухцепной схеме и имеет оригинальную конструкцию скребков. Благодаря этому производительность его повысилась до 520 т/ч при мощности привода не более 400 кВт. Значительно повысились надежность и ремонтпригодность, устранена необходимость переделки угольных комбайнов для обработки концевых частей лавы,

Советский экспорт, 1985, № 2

ОПЫТ НАШИХ ДРУЗЕЙ

Исследовательский институт энергетического оборудования в Брно и Институт по исследованию топлива в Беховице (ЧССР) разрабатывают новые методы газификации угля под давлением для использования полученного топлива в энергетике.

Чехословацкие специалисты взяли за основу высокотемпературный метод Винклера с газификацией бурого угля во флюидном (псевдооживленном) слое при давлении 1,0 МПа с удалением окиси серы, добавками известняка или доломита, подаваемыми в генератор одновременно с углем. В качестве окислителя выбран обыкновенный воздух — исходя из экономических соображений ему было отдано предпочтение перед различными вариантами смесей, обогащаемых чистым кислородом, даже несмотря на некоторое снижение эффективности процесса.

Горячий газ с температурой 900—1000°C используется в энергетической установке мощностью 110 МВт, работающей по парогазовому циклу. Для энергоблока были выбраны следующие производственные параметры. Перегретый пар — давление 13 МПа, температура 535°C, количество 330 000 кг/ч, подогретый пар — давление перед подогревателем 3,4 МПа, после подогревателя — 3,1 МПа, температура перед подогревом 360°C, после подогрева 535°C, количество подогретого пара 320 000 кг/ч. Температура питающей воды 160°C.

Пар подогревается вне котла в специальном теплообменнике газом, выходящим под давлением из газогенератора. Тепло газа используется также для подогрева питающей воды до температуры 160°C, благодаря чему отпадает необходимость в высоконапорных регенеративных отборах паровой турбины. Все эти меры позволяют увеличить номинальную электрическую мощность паровой турбины примерно на 15 МВт.

Были проведены расчеты эффективности процесса и удельного потребления топлива для двух вариантов парогазового цикла.

Первый вариант — комбинированный парогазовый цикл с атмосферным котлом. В этом случае продукты сгорания из турбины внутреннего сгорания поступают в котел, где выполняют роль окислителя горения. Эффективность использования тепла сгорания топлива составила 34%, или 361 г условного топлива на производство 1 кВт·ч энергии.

Второй вариант — комбинированный парогазовый цикл с котлом избыточного давления. В этом случае котел избыточного давления помещен между цикловым компрессором турбины внутреннего сгорания и паровой турбиной. Расчет тепловых балансов дает для этого варианта эффективность использования тепла сгорания, равную 37,2%, или 333 г условного топлива на 1 кВт·ч. Этот случай является более предпочтительным.

ТЕХНИКА ЗА РУБЕЖОМ

Энергетическая комиссия штата Небраска, США, решила еще раз продемонстрировать экономическую и экологическую целесообразность использования синтетического топлива. С этой целью на одной из электростанций штата была установлена газовая турбина, работающая на топливе, приготовленном из угля. При относительно низкой теплотворной способности синтетического газа (2225 ккал/м³) экономические показатели работы турбины оказались выше, чем у машин, работающих на природном газе.

Уорлд майнинг экипмент, июль 1984 г.

В Колумбии начата разработка крупнейшего в Южной Америке угольного месторождения Серрехон. Ежегодно здесь будут добывать 15 млн. т топлива, предназначенного в основном для экспорта в страны Западной Европы.

Констракшн индастри интернэшнл, август 1984 г.

Для ремонтных работ в шахтах весьма эффективно применяется новый цементирующий заполнитель аквалифт. Им можно замазывать щель шириной всего 5 см или залить пятиметровые вымоины. Главное достоинство нового материала — высокий коэффициент расширения. При смешивании с водой его объем увеличивается в 12 раз.

Уорлд майнинг экипмент, август 1984 г.

Фирма «Крупп» начала в Австралии строительство конвейерной системы длиной 3,5 км. Система будет транспортировать 6000 т лигнитов в час.

Там же

Северо-восток и восток Китайской Народной Республики — наиболее развитые в промышленном отношении районы страны — испытывают хронический топливный голод. В то же время на севере КНР — во Внутренней Монголии и провинции Шаньси — залегают огромные запасы угля, вывезти которые существующими транспортными средствами не представляется возможным. Проблему предполагается решить путем строительства двух пульпопроводов, по которым уголь, взвешенный в воде, будет транспортироваться на сотни километров.

Первая нитка протянется на 700 км от месторождения Юнгар, расположенного севернее города Хух-Хото, до порта Циньхуандао на Ляодунском заливе. Ее проектная пропускная способность — 30 млн. т угля в год — соответствует ожидаемому к 1990 г. уровню добычи в месторождении. На всей трассе пульпопровода придется построить всего 6—7 перекачивающих станций, так как пойдет она под уклон (Юнгар расположен на 900 м выше, чем конечный пункт пульпопровода). Ожидается, что основными потребителями угля станут тепловые электростанции, строительство которых планируется вдоль трассы. Часть угля из Циньхуандао будет морем перевозиться в другие порты страны.

Вторая нитка, протяженность которой составит 1000 км, возьмет начало у города Чанхжи, на северо-востоке провинции Шаньси. Она пройдет через остро нуждающиеся в топливе города Чжоньцзян, Янчжоу и Нанкин. Конечный пункт трассы пока не опреде-

лен. Видимо, им станет либо Наньтун (порт в устье Янцзы), либо один из портов на Великом канале. Пульпопровод рассчитан на пропуск 30 млн. т угля в год. Вместе с тем к 2000 г. в месторождении, от которого он берет начало, планируется добывать в три раза больше угля.

Всего к концу тысячелетия по планам китайского руководства в стране будет добываться 1200 млн. т угля в год. Опыт строительства первых двух пульпопроводов предполагается использовать и в дальнейшем.

Уорлд майнинг экипмент, август 1984 г.

Планы руководства Китайской Народной Республики предусматривают значительный рост добычи угля. К концу века только в разрезах, расположенных в северных провинциях страны Внутренняя Монголия и Шанси, намечается добывать 200 млн. т угля в год. Китайской корпорации горного оборудования, занятой производством машин для угледобычи, в одиночку не справиться с огромными задачами, вставшими перед ней в связи с такими грандиозными планами, несмотря на то что она располагает 100 предприятиями с общим количеством занятых 60 тыс. человек. В настоящее время активно ведутся поиски иностранных фирм и организаций, которые согласились бы на различные формы сотрудничества в производстве горношахтного оборудования. Особый интерес проявляют фирмы Японии.

Индустри минераль, октябрь 1984 г.

В Великобритании рассматривается возможность газификации угля, залегающего под дном Северного моря. Наиболее перспективным на сегодняшний день представляется метод бурения вертикальных сопряженных скважин, аналогичный применяемому для разработки материковых месторождений. Скважины предполагается бурить с платформ, устанавливаемых на дно, на глубинах 25 и 130 м на расстоянии до 160 км от берега. По ряду технических и экономических соображений технология, вероятно, не найдет практического применения в этом веке.

Уорлд майнинг экипмент, 1984, № 10

В Оставско-Карвинском бассейне (ЧССР) ежегодно добывают 24 млн. т каменного угля. При этом на поверхность поднимают 18 млн. т породы. Для добычи угля из отвальных пород и их комплексной переработки создано смешанное чехословацко-венгерское предприятие «Халдекс». Капитальные затраты и эксплуатационные расходы делятся сторонами поровну. Пополам будет делиться и продукция. Венгрия построит под ключ заводы, а Чехословакия будет поставлять сырье. Плановая мощность предприятия — 50 тыс. т энергетических углей и 20 тыс. т энергетического флотационного концентрата в год.

Помимо чисто коммерческих целей, предприятие преследует и экологические: в результате его деятельности на 10% уменьшится объем отвалов.

Энергия, 1984, № 6

В Польской Народной Республике начинаются работы на новой глубокой шахте «Будрык», где будут добывать 20 тыс. т угля в сутки. Добычные горизонты шахты будут действовать на глубинах 700 и 1050 м. Здесь будут разрабатываться пласты мощностью от

0,7 до 2,5 м, задегающие под углом 4—7°. Очистные и подготовительные работы на шахте будут почти полностью механизированы.

Уголь, 1985, № 1

Не всякая шахта или рудник допускает прокладку линий электровозов из-за опасности взрыва. Инженеры вынуждены искать другие решения. Для подземных выработок с взрывоопасной средой на польском заводе «Пиома» разработана и выпускается подвесная монорельсовая дорога для перевозки грузов и людей. В чем секрет ее безопасности? Дорога сделана с канатной тягой, а дизельный двигатель, приводящий в движение лебедки с кольцевыми стальными тросами, размещается на поверхности в отдельном здании. Длина одного участка подвесной дороги — 2,2 км. Максимальная грузоподъемность состава из 4 вагонеток — 5,2 т. Такие монорельсовые дороги уже используются не только на польских шахтах, но и экспортируются во многие страны мира.

Оригинальное применение углю нашли польские ученые из Института организации машиностроения. Его применили в литейном деле. Если у отливки гладкие поверхности, нет участков с прилипшей формовочной смесью, значит, при дальнейшей обработке металла получится экономия времени, энергии и средств. Из угольной пыли путем ее термической и химической обработки получили углеродный материал «кормикс». Он не пылит, не токсичен, не выделяет газов, не взрывоопасен. А добавка его к формовочной смеси дает возможность получать отливки с очень чистой поверхностью.

Техника и наука, 1984, № 12

Правительство Австралии стимулирует мероприятия по добыче угля. В результате деятельности предприятий угольной промышленности, которым покровительствует администрация, к 1991 г. доля угля в топливно-энергетическом балансе страны возрастет до 45,5%, а доля нефти снизится до 33,2%.

БИКИ, 1984, № 35

Одна из английских фирм спроектировала шахтный локомотив, который движется за счет энергии, накопленной массивным маховиком-аккумулятором.

Энергия, 1984, № 1

Ежегодное потребление угля в Пекине к началу 80-х годов составило более 17 млн. т. Уголь используется здесь как промышленное топливо и для отопления жилищ. В результате каждый год 10 тыс. промышленных труб и сотни тысяч труб домашних печей выбрасывают в атмосферу более 260 тыс. т двуокиси серы и 420 тыс. т сажи. Если в 50-е годы «столица поднебесной» считалась солнечным городом, то сейчас почти 200 дней в году небо над ней затянута хмарью.

Синьхуа, 1985, 2 февраля

В Северном полушарии 70% выбросов двуокиси серы в атмосферу образуется за счет сжигания угля.

ТАСС, 1985, 25 января

По данным американских исследователей, в настоящее время расходы на мероприятия по охране окружающей среды при эксплуатации тепловых электростанций составляют до 23% от общих капитальных затрат, или 270 долларов на 1 кВт установленной мощности. Дороже всего обходится оборудование для очистки дыма от соединений серы, стоимость которого превышает 13% от стоимости строительства энергетического объекта.

Недешево обходится и восстановление горных выработок — до 15% от цены угля.

Энергия, 1984, № 4

Национальная ассоциация угольной промышленности США сообщила в своем последнем докладе, что общий объем потребления угля в стране и его экспорт в 1995 г. составят 1,1 млрд. т. На сей раз оценка оказалась скромнее, чем в 1982 г., когда предполагалось потреблять и экспортировать к 1995 г. 1,5 млрд. т угля.

ЮПИ, 1984, 25 сентября

Специалисты Университета им. Дж. Неру (Индия) провели сравнительные исследования содержания тяжелых металлов в углях и летучей золе, образующейся при их сжигании. Концентрация металлов в золе исследовалась также в зависимости от размеров частиц. Установлено, что в ходе сжигания угля зола обогащается многими тяжелыми металлами. Максимальная концентрация обнаружена в частицах размером до 53 мкм, минимальная — свыше 150 мкм.

Энергия, 1984, № 6

На одном из угольных разрезов Канады смонтирован драглайн со стрелой, длина которой 122 м. Радиус черпания машины — 116 м, максимальная глубина черпания — 49 м, высота разгрузки — 46 м.

Майнинг энд куарри, 1984, № 9

В Великобритании завершились испытания проходческого комбайна, резцовая коронка которого оснащена насадками для подачи воды под высоким напором (до $690 \cdot 10^5$ Па). При работе в сидеритовом песчаннике по сравнению с обычным комбайном новая машина на 50% производительнее и потребляет на 30% меньше энергии.

Уголь, 1985, № 1

Хотя пока существуют большие запасы угля в недрах материков, во многих странах ведутся разработки угольных пластов под морским дном, под затопленными выработками и другими водными объектами. Вертикальные или наклонные шахтные стволы закладываются на суше, в том числе на искусственных островах.

Добыча угля под водой — дело весьма опасное в основном из-за возможного прорыва воды в выработки. Поэтому в странах, ведущих такую добычу, разработаны строгие регламентирующие условия. В Великобритании, например, выемка углей под морским дном разрешена только с глубины более 83 м. На глубине до 111 м можно разрабатывать только пласты мощностью не более 76 см с полной закладкой выработанного пространства. С увеличением глубины выработки условия становятся более либеральными.

Уголь, 1984, № 6

ИЗОБРЕТЕНИЯ, ПАТЕНТЫ, ЛИЦЕНЗИИ

Один из путей экономии топлива — повышение полноты его сжигания. На тепловых электростанциях, сжигающих угольную пыль, потери тепла от недожога составляют более 3% — для станции средней мощности это означает перерасход нескольких железнодорожных вагонов угля в сутки.

Борьба с потерями от недожога подразумевает обязательный контроль процесса горения. Обычно он осуществляется периодически лабораторным путем. Однако на получение результатов тратится слишком много времени (несколько часов), и это не позволяет своевременно скорректировать процесс горения.

В Павлодарском индустриальном институте разработаны новые способы и устройства непрерывного технологического контроля полноты сгорания топлива, обладающие высокой точностью измерений и большой скоростью их обработки. Одно из созданных в институте устройств позволяет непрерывно контролировать содержание горючих веществ в твердых и газообразных продуктах сгорания. Для получения результатов анализа твердой пробы требуется не более 10 с, а газообразной — не более 2 с. Результаты регистрируются прибором, установленным на щите управления. Точность измерений — не хуже 1% от шкалы прибора при анализе механического недожога и не хуже 4% — химического.

Другое устройство, разработанное павлодарскими специалистами, служит для непрерывного контроля потерь тепла от неполноты сгорания топлива. Новые способы контроля полноты сгорания дают возможность сэкономить около 1% топлива благодаря оптимизации процесса горения.

За два года на бывших терриконах и других промышленных отвалах наращивается плодородный слой толщиной до 15 см. Новый способ рекультивации, разработанный советскими учеными, отличается от известных тем, что почвенный слой не привозится, а формируется из пород отвала благодаря деятельности аммонии-

фицирующих и нитрифицирующих бактерий. Эти бактерии по специальной методике выделяют прямо из пород отвала, а поэтому им не требуется адаптироваться к условиям окружающей среды. На второй год после начала рекультивации высота бобовых и злаковых многолетних растений достигает 100—120 см, а объем биомассы — 190 ц/га, появляются всходы древесно-кустарниковых пород. Значительно меньшие затраты и в 2—3 раза большая скорость формирования плодородной почвы — главные достоинства новой методики рекультивации отвалов.

Ежегодно получать дополнительно 20—25 тыс. т угольного концентрата с каждой отсадочной обогатительной машины производительностью 250—300 т/ч позволяет новый способ. Результат достигается даже в том случае, когда нагрузка по исходному углю колеблется в пределах 10—100%, а его состав меняется от 3 до 40% фракций промежуточной плотности. Такой эффект — результат использования новой аппаратуры комплексной автоматизации вместо регулятора разгрузки. Оптимизируется режим отсадки, для чего во всех отделениях отсадочной машины разрыхленность обогащаемого материала и высота отсадочной постели устанавливаются на уровне, наилучшем для данного фракционного состава материала. Одновременно максимизируется выход концентрата заданного качества. Аппаратура может управлять любым количеством машин любой конструкции с любыми пульсаторами, разгрузочными устройствами и регуляторами разгрузки. Введение системы автоматической оптимизации работы имеющихся машин не требует значительных капиталовложений.

Сэкономить 20% кокса и прекратить использование природного газа и мазута в доменном производстве — реальность. Их можно заменить гораздо более дешевым и распространенным углем. Новый промышленный способ вдувания угольной пыли в доменную печь разработан и успешно проверен на ряде металлургических предприятий СССР. На домне, работающей по новой технологии, уже выплавлено свыше 1 млн. 500 тыс. т металла.

*Подготовлено по материалам журналов
«Советский экспорт» и
«Лицензинторг информирует»*

Уголь: топливо или сырье? Сб. статей/Сост.
у 26 Ю. Т. Слюсарев. — М.: Знание, 1985. — 64 с. —
Новое в жизни, науке, технике. Сер. «Техника»;
№ 5).

Освещаются проблемы «освоения» угля — традиционного и перспективного энергоисточника, наиболее богатого по своим ресурсам среди других видов органического топлива. Показаны пути решения задач, стоящих перед угольной промышленностью СССР до 1999 г. Рассматриваются технико-экономические вопросы разработки месторождений угля, его обогащения, транспортировки и наиболее рационального потребления. Большое внимание уделено научно-техническим методам переработки угля в высококалорийные и экологические виды топлива, а также в сырье для химической промышленности.

Брошюра рассчитана на инженеров, слушателей и преподавателей народных университетов.

1904050000

ББК 26 325.31
6П1.2

УГОЛЬ: ТОПЛИВО ИЛИ СЫРЬЕ?

Гл. отраслевой редактор Л. А. ЕРЛЫКИН

Редактор Г. И. ФЛИОРЕНТ

Мл. редактор И. Р. МЕРКИНА

Обложка художника Э. К. ИППОЛИТОВОЙ

Худож. редактор Т. С. ЕГОРОВА

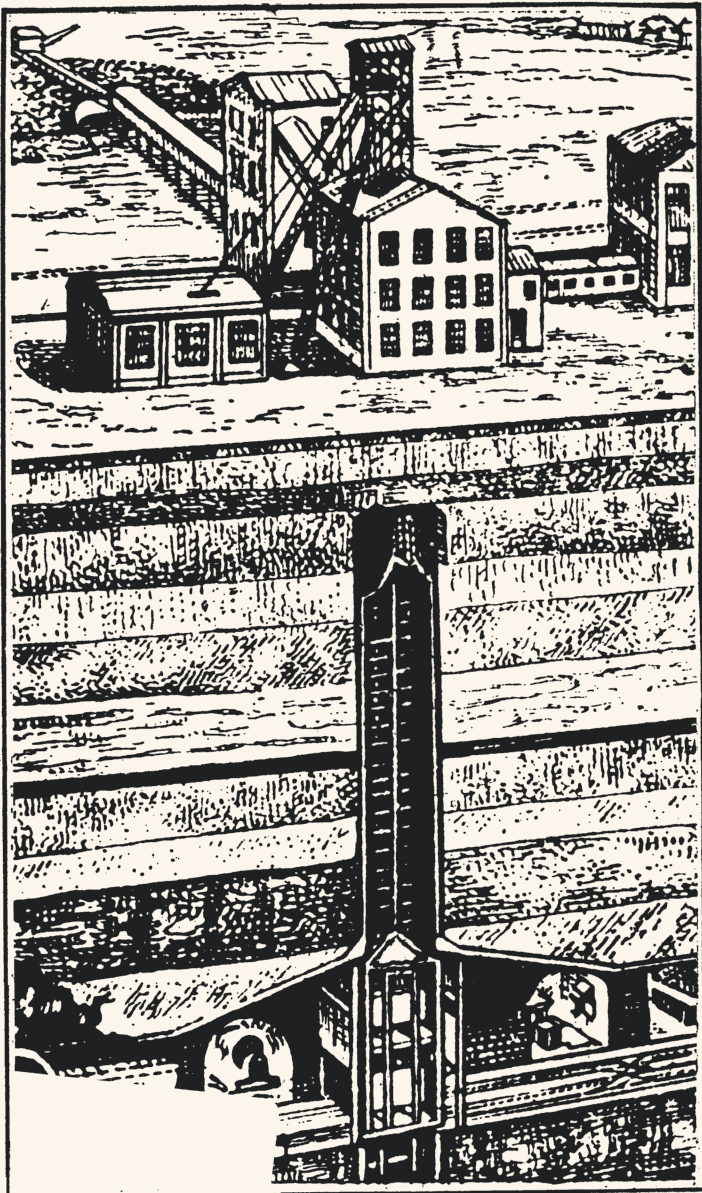
Техн. редактор С. А. ПТИЦЫНА

Корректор В. В. КАНОЧКИНА

ИБ № 7254

Сдано в набор 20.03.85. Подписано к печати 19.04.85. Т 04000. Формат бумаги 84×108¹/₃₂. Бумага тип, № 1. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 3,36. Усл. кр.-отт. 3,68. Уч.-изд. л. 3,59. Тираж 46 600 экз. Заказ 1596. Цена 11 коп. Издательство «Знание». 101835, ГСП, Москва, Центр, проезд Серова, д. 4. Индекс заказа 854409.

Типография Всесоюзного общества «Знание». Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4.



СЕРИЯ

ТЕХНИКА