

ТЕХНИКА

ПОДПИСНАЯ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ СЕРИЯ



1983/11

БЕЗОТХОДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

А.И. Манохин

**СЫРЬЕ
БЕЗ ОТХОДОВ**

*Техника
за рубежом*

*Мозаика
для лектора*

*Изобретения,
патенты,
лицензии*



ЗНАНИЕ

НОВОЕ В ЖИЗНИ, НАУКЕ, ТЕХНИКЕ

ПОДПИСНАЯ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ СЕРИЯ

НОВОЕ
В ЖИЗНИ,
НАУКЕ,
ТЕХНИКЕ

ТЕХНИКА

Издается
ежемесячно
с 1961 г.

№ 11

БЕЗОТХОДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

В ЭТОМ НОМЕРЕ

А. И. Манохин,

член-корреспондент АН СССР

СЫРЬЕ БЕЗ ОТХОДОВ

Б. Перцев

МЕТАЛЛ. СПОСОБЫ
ОБРАБОТКИ.
КАЧЕСТВО. ОТХОДЫ

Л. Родзинский

ТОРФ — ТОПЛИВО?
НЕТ, ХИМИЧЕСКОЕ
СЫРЬЕ

Е. Викулина

ДРЕВЕСИНА
ЗАДАННОГО
КАЧЕСТВА
НА ПРОМЫШЛЕННЫХ
ПЛАНТАЦИЯХ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Председатель — Фролов К. В., член-корреспондент АН СССР.

Аристов А. А. — кандидат технических наук;

Астахов Ю. Н. — кандидат технических наук;

Базров Б. М. — доктор технических наук;

Веников Г. В. — кандидат технических наук;

Волчков Л. И. — доктор технических наук;

Данилычев В. А. — доктор физико-математических наук;

Зайцев В. Н. — доктор технических наук;

Попов Е. П. — член-корреспондент АН СССР;

Сапожников Э. Я. — зам. начальника отдела Госкомизобретений СССР;

Чаянов Р. А. — начальник отдела ГКНТ;

Чириков К. Ю. — кандидат технических наук;

Шнырев Г. Д. — доктор технических наук.

СЫРЬЕ БЕЗ ОТХОДОВ

На карте нашей страны мы видим огромное количество значков, отмечающих месторождения минерального сырья. Железные и марганцевые руды, алюминиевое и фосфорное сырье, цветные металлы — для каждого вида полезных ископаемых свое обозначение, свой символ. Но такое деление очень приблизительно, а порой и просто неверно. В природе нет мономинерального сырья. Деление его на руды черных и цветных металлов условно. Скажем, железные руды — богатый источник цветных и редких металлов, а в цветной металлургии при переработке полиметаллических и медных руд уходят в отвалы железо и другие ценные примеси. Точно так же обстоит дело с фосфорным сырьем. Например, Хибинские месторождения содержат не только фосфор, но и титан, ниобий, ванадий, железо, стронций, редкие элементы. Однако пока все эти ценнейшие компоненты остаются в отходах.

Правда, отчасти, но только отчасти такое положение дел объясняется тем, что потребители сырья во многих случаях как следует и не знают, какие компоненты, кроме основного, в нем содержатся. Геологи обычно ведут разведку «на железо», «на медь» и на другие наперед заданные ископаемые. Состав руд до сих пор изучается тщательно только по основным элементам.

Между тем надо поставить дело так, чтобы потребитель получал сырье с полной раскладкой на составляющие элементы. Тогда от перерабатывающего предприятия можно требовать, чтобы выпуск продукции планировался с учетом особенностей сырья. Например, предприятия цветной металлургии могут попутно получать железные порошки, химическое и искусственное сырье для производства цветных и редких металлов, металлургические — цемент, удобрения.

Ведь и по сей день еще, осваивая месторождения, зачастую «снимают пенки» — отбирают лишь тот мине-

рал, который нужен данной отрасли. Так, полностью теряются цветные металлы при добыче и переработке железных руд Высокогорского месторождения. А если бы эти металлы (кстати, очень нужные нашей промышленности медь, кобальт, никель) извлекать попутно, то их получение обошлось бы даже дешевле, чем на предприятиях цветной металлургии.

А Соколовско-Сарбайское месторождение? Ведь там железные руды содержат свинец, цинк, серу, редкие элементы — настоящая кладовая сокровищ!

А пока «снимаются пенки», в районах индустриальной деятельности будут расти шлаковые отвалы, шламо- и хвостохранилища (отходы обогащения), моря шахтных вод и подземных рассолов. Недра нашей страны богаты, и ежегодно в отвалы поступает свыше 2 миллиардов кубометров различных хвостов обогащения, 100 миллионов тонн металлургических шлаков и почти столько же угольной золы (она хранит огромное количество самого разнообразного сырья). Если комплексно переработать хотя бы 10% рудных отходов, то можно получить товарную продукцию на сумму около полумиллиарда (!) рублей. Причем ее себестоимость будет раза в два—четыре меньше, чем у продукции, получаемой из технологических руд на отраслевых предприятиях.

Или другой пример. Специалисты научно-производственного объединения Тулачермет убедительно показали, какую ценность представляют собой залежи шламов аглодоменого и сталелитейного производства. Утилизация железа, содержащегося в шламе, может экономить до 10 миллионов тонн первоклассной руды ежегодно.

Это уже не говоря об отходах тепловых электростанций, богатых ванадием — ценнейшим легирующим элементом, или об утилизации отходов ферромарганца, позволяющих экономить дефицитную руду... Подобных примеров десятки.

Существующая сегодня практика добычи и переработки сырья во многом изжила себя. И поскольку продукция черной металлургии необходима практически всем отраслям народного хозяйства, недостатки в организации ее работы проявились особенно резко. Вот почему мы должны понять наконец, что сложившаяся практика, когда сырье подбирается к существующим промышленным процессам, уже не выдерживает никакой критики. Она способна в конечном итоге привести к

серьезным противоречиям между потребностями производства и возможностями их удовлетворения. Это относится ко всем видам металлургического сырья.

Конечно, существует много предложений, позволяющих преодолеть назревающее противоречие. Это и экономное использование металла (например, снижение металлоемкости изделий), и проведение исследований по замене остродефицитных металлов менее дефицитными, и многократное (повторное) использование металлов в народном хозяйстве. Все эти предложения очень важны, и необходимость в их реализации назрела давно. Но основная мера по покрытию дефицита металлов — это комплексное использование руд и концентратов, наряду с перечисленными мерами. В Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года отмечается необходимость «обеспечить создание и широкое применение технических средств и технологий для комплексного и более полного извлечения полезных компонентов из руд, разработки бедных и сложных месторождений», а также «шире применять малооперационные, малоотходные и безотходные технологические процессы». Это очень важные задачи, и их решение позволит наконец преодолеть веками складывавшуюся систему. Имеется в виду то обстоятельство, что месторождение, на образование которого природа затратила многие сотни миллионов лет, вырабатывается человеком обычно на протяжении жизни всего трех-четырех поколений. В результате такой добычи в отходах остаются ценные компоненты, а месторождение считается выработанным. Существование технической цивилизации невозможно, если сохранятся подобные методы использования природных ресурсов.

Сегодня проблема комплексной переработки сырья — в центре внимания партийных и советских органов. Например, в Казахстане проводится большая работа по комплексному использованию сырья. Подобные проблемы решают горняки России и Закавказья, Украины и Средней Азии. Однако наряду с положительным опытом (повторной обработкой месторождений, извлечением попутных элементов, переработкой шлаков) до сих пор не решены многие вопросы. Причина такого отставания — межведомственные барьеры, нечеткость финансирования, отсутствие единого руководства. Предлагают-

ся различные пути преодоления перечисленных трудностей. Почему же так медленно исправляется (а порой и нет) положение дел?

Видимо, потому, что очевидность задачи еще не означает простоты ее решения. Переход промышленности к рациональному комплексному использованию сырья — процесс сложный и длительный. Не следует забывать, что во многих районах нашей страны существует давно сложившаяся структура добывающей и перерабатывающей отраслей. Она формировалась еще в то время, когда о комплексной переработке не задумывались совсем или задумывались мало. Реконструкция действующих предприятий требует разработки новых проектов и времени на их осуществление.

По-моему, подготовить переход промышленности к рациональному использованию сырья можно в три этапа.

Вначале надо использовать сложившуюся структуру перерабатывающих отраслей для повышения степени извлечения попутных металлов и других ценных элементов из того сырья, что поступает на отраслевые предприятия. Так, например, работают сегодня на Усть-Каменогорском свинцово-цинковом комбинате, где дополнительно к основным извлекается четырнадцать попутных компонентов.

На втором этапе уже нужно создавать подотрасли или даже отрасли для производства искусственного сырья. Такие подотрасли или отрасли будут перерабатывать побочные концентраты, отходы и забалансовые (то есть считавшиеся ранее неперспективными) руды — словом, все то, что пока очень слабо используется отраслевыми предприятиями. В сущности, получение искусственного сырья — это создание из бедного сырья богатого, которое можно употреблять на перерабатывающих предприятиях. Искусственное сырье будет использоваться в народном хозяйстве так же, как и сырье рудного происхождения.

И наконец, на третьем этапе следует формировать региональные промышленные комплексы на базе месторождений со сравнительно небольшой территорией. Такие комплексы будут заниматься полным извлечением всех полезных компонентов, содержащихся в местном сырье.

Задача достаточно сложна и решать ее предстоит не

один год. Однако уже сейчас необходимо поставить решительный заслон наращиванию производственных мощностей, комплексно не перерабатывающих сырье. Это требование вполне реально. Уже действует немало предприятий, которые извлекают из сырья максимум содержимого. Так, на заводе «Азовсталь» полностью используются доменные и мартеновские шлаки. Из них получают строительные материалы, фосфатные удобрения.

В сущности, это пример того, как следует переходить к комплексному использованию сырья на первом этапе.

Итак, второй этап — производство искусственного сырья. Высококачественный титан, который выпускает сегодня наша страна, производится не только из титановых руд, но и из искусственного сырья. Делается это благодаря работам, выполненным ИМЕТом — Институтом металлургии имени А. А. Байкова АН СССР совместно со Всесоюзным научно-исследовательским и проектным институтом титана, Запорожским и Березниковским титано-магниевыми комбинатами, которые разработали и внедрили методы комплексного использования забалансовых руд.

Из бедных железных титансодержащих руд получают искусственные титанаты — первоклассное сырье для производства титана, и одновременно вырабатывается полупродукт для выпуска качественных сталей. Работа эта настолько важна и серьезна, что в 1981 г. была удостоена Государственной премии СССР.

Но, к сожалению, конкретных примеров производства искусственного сырья пока меньше, чем хотелось бы. Вот почему сейчас в ИМЕТе ведутся под руководством доктора технических наук, профессора, лауреата Государственной премии В. А. Резниченко исследования, закладывающие научные основы второго этапа рационального использования рудных ресурсов в металлургии. Сегодня в ИМЕТе разрабатываются методы получения искусственного сырья для выпуска вольфрама, ферротитана, феррониобия. Ведутся исследования по выделению цветных металлов и тех небольших количеств платины и платиноидов, которые содержатся в железных рудах и в отходах цветной металлургии.

Уже сегодня решаются задачи, связанные с переходом к третьему этапу (формирование региональных промышленных комплексов по извлечению всех полезных компонентов). Выделив для себя районы, где создание

подобных комплексов наиболее необходимо, приступают к разработке технологических схем комплексного использования сырья. В первую очередь эти работы касаются месторождений Кольского полуострова, районов Норильска и некоторых территорий промышленной зоны БАМа.

Взять хотя бы хорошо знакомый Кольский полуостров. Алюминий, фосфор, железо, никель, кобальт, титан, медь — это лишь неполный перечень элементов, которыми богаты его месторождения. Все руды, как правило, содержат в себе редкоземельные элементы, а некоторые еще и ниобий, тантал!

Но из фосфатного сырья на Хибинских месторождениях извлекают лишь то, что идет на производство удобрений, а все остальные, подчас более ценные компоненты становятся отходами. Это только один пример. А ведь на Кольском полуострове множество разных типов руд.

В ИМЕТе совместно с институтами Кольского филиала имени С. М. Кирова АН СССР разработали единый технологический цикл по переработке медно-никелевого, железо-титанового и апатито-нефелинового сырья. В этом едином цикле нет потерь — отходы одного производства становятся исходным сырьем для другого. Извлекается максимум полезных компонентов, исчезают драгоценные, в буквальном смысле слова, отвалы. По разработанной схеме можно получать удобрения, качественные стали, ферросплавы, двуокись титана, цветные и редкие металлы.

К сожалению, значительная часть работ по Кольскому региону еще ждет опытно-промышленной проверки. А без этого говорить о внедрении единого технологического цикла в производство нельзя. Думается, что ускорить проведение такой работы могла бы организация Кольской производственной базы АН СССР и Минцветмета СССР.

Поскольку речь зашла о региональных промышленных комплексах, хотелось бы сказать несколько слов еще об одной важной проблеме — об освоении промышленной зоны БАМа. В районе станции Чара, в отрогах Удоканского хребта, существует уникальное сочетание месторождений: черные, цветные, редкие металлы, сырье для производства удобрений, знаменитая удоканская медь. Такое богатство требует исключительно ответственного подхода к его освоению.

Если создать здесь региональный промышленный комплекс, это позволит с минимальными удельными затратами получить максимальный конечный результат.

Однако сейчас предложения по освоению Удокана носят иной характер. И пока огромные капиталовложения не ушли на перелопачивание горной массы, измеряемой кубическими километрами, ради извлечения только одного металла, например удоканской меди, следует рассмотреть и другие предложения. Наиболее дальновидным кажется создание регионального промышленно-горно-химико-металлургического комплекса межотраслевого подчинения. Научное обоснование такого решения — одна из актуальнейших задач, стоящих сегодня перед учеными в этой области. Конечно, подобных комплексов пока нет. Но создавать их необходимо. Они будут знаменовать начало третьего этапа использования сырья, так сказать, самого безотходного.

Многое по переходу на комплексную переработку сырья делается уже сегодня, а еще больше предстоит сделать. Но есть вопросы, решение которых не терпит отлагательства. Существуют месторождения уникального сырья, их просто необходимо взять на особый учет. Причем сделать это нужно сегодня, иначе мы рискуем растратить огромные богатства.

Вот характерный пример. Сейчас железный порошок производится по несовершенной и дорогой технологии, от которой страдает и качество и количество важной продукции. Ясно, что от такой технологии следует отказаться и использовать другой метод, тем более что он разработан. Для этого надо перейти на иное сырье. Наша страна располагает уникальным месторождением такого сырья — на Кольском полуострове. И, как уже говорилось, существует простой способ обогащения руды, из которой можно получать сверхчистый железный порошок. Но до настоящего времени из этого ценнейшего сырья производят рядовой чугуn. Может быть, следует безотлагательно объявить это месторождение заповедным и использовать его богатства самым рациональным образом.

Производственные отходы превратятся в конце концов в источник полезных ископаемых. Но проблема в том, что накопленные отходы почти не исследуются. Необходимо, не откладывая, тщательно изучить их состав. Такие изыскания помогут уточнить общие сырьевые за-

пасы. Тогда уже на научной основе можно устанавливать предприятиям конкретные задания по утилизации отходов.

Вопрос более или менее проработанный — утилизация металлических отходов. Известно, что во многих странах сбору металлолома уделяется самое пристальное внимание. Так, в Чехословакии разработана государственная целевая программа рационализации потребления металла — «Программа-03». В ней наряду с внедрением прогрессивной технологии, снижением металлоемкости машин и оборудования предусматривается и переработка металлолома. Уже сегодня в Чехословакии при выплавке одной тонны стали используется 520 килограммов лома, в ГДР этот показатель еще выше — 750 килограммов. А современная технология выплавки стали основывается на еще большем использовании металлолома. К сожалению, в нашей стране из металлолома в черной металлургии в целом выплавляется всего 15% стали. Возможно, объяснение здесь в том, что СССР занимает первое место по добыче железной руды и не ощущает пока острой потребности в переработке вторичного сырья. Но такой взгляд на проблему по меньшей мере несовременен. Ведь вторичная металлургия позволяет экономить не только рудные, что само по себе очень важно, но и энергетические ресурсы.

Затраты энергии на производство тонны вторичных металлов меньше для алюминия в двадцать, никеля — в десять, меди — в шесть, цинка — в четыре раза. Чем выше доля лома в плавильной печи, тем дешевле металл. Однако на вторичное использование возвращается едва ли половина железа, треть меди и совсем уже крохи алюминия и цинка. Большая же часть лома пропадает безвозвратно.

Здесь можно действовать по двум направлениям. Во-первых, повысить цены на вторичное сырье, особенно на бытовой лом, сделать его сдачу выгодной. И во-вторых, необходимо определить для всех отраслей нормативы рециркуляции. А при распределении фондов на металл и оборудование учитывать их: хочешь получить новое — сдай отслужившее.

Но раз мы заговорили о металлических отходах, хотелось бы обратить внимание на такую проблему — извлечение легирующих компонентов, имея в виду никель, вольфрам, молибден и другие элементы из нестан-

дартного лома и отходов сложнолегированных сталей и сплавов. Ведь перерабатывая лом и отходы черных металлов, мы полностью теряем ценные легирующие добавки. Причем эти ежегодные потери соизмеримы с производством таких элементов на крупном предприятии цветной металлургии.

Институт ВНИИвторчермет совместно с ИМЕТом и промышленностью провели целый ряд исследований. В результате, созданы технологические процессы по переработке отходов сложнолегированных сталей. Эти процессы позволяют получать побочные продукты в виде шихтовых слитков и шлаков, содержащих окись вольфрама, окись молибдена и окись хрома. Их уже можно перерабатывать в товарные продукты.

Как показали исследования, из металлического лома можно извлекать и такой ценный металл, как титан. Отечественное машиностроение использует много видов титановых сплавов, и это затрудняет их сортировку. А потому поступают просто: в руднотермические печи направляют все подряд, то есть смешанные титановые отходы, которые подвергают окислению. Но ведь поступать так — значит терять драгоценное сырье. А между тем в металлургии существует незаслуженно забытый гидридный процесс, разработанный в свое время под руководством академика И. П. Бардина. Этот метод позволяет получать из титановых отходов полуфабрикаты для массового потребления.

Разработаны и разрабатываются эффективные методы комплексной переработки сырья, а внедрение идет далеко не повсеместно, только на отдельных предприятиях. Причин тому много. Наряду с теми, что уже перечислялись, есть еще одна. Результаты фундаментальных и прикладных исследований академических институтов не всегда укладываются в прокрустово ложе отраслевой экономики, где свои традиционные ведомственные методы и критерии оценок. И вот прогрессивные технологические решения зачастую остаются на стадии разработок. Наверное, и поэтому горнорудные предприятия страны 10% капитальных вложений тратят на хвостохранилища. И это вместо того, чтобы получать миллиардные прибыли от комплексной переработки.

Вот хотя бы упоминавшееся Соколовско-Сарбайское месторождение: в его хвостохранилищах уже накоплено более 160 миллионов тонн отходов. И каких! Настоя-

щие залежи меди, цинка, никеля... Уже почти восемь лет работает цех, в котором идет опытно-промышленная проверка предложенной схемы переработки отходов. Даже разработано технико-экономическое обоснование строительства предприятия по получению окиси железа, железного и медного концентрата, окиси цинка, гидроокиси никеля, серной кислоты. Но строительство этого предприятия даже не начато. До сих пор не определено, как должно складываться долевое участие заинтересованных министерств в строительстве.

Назрела необходимость в создании межотраслевого центра по комплексному использованию сырья. А поскольку проблема комплексной переработки носит явно научно-технический характер, резонно думать, что ученым должна принадлежать одна из ведущих ролей в ее решении.

Сегодня любые руды должны проходить технико-экономическую оценку не только с позиций отрасли, но и с научно обоснованных народнохозяйственных позиций. (Кстати, здесь есть целый ряд трудностей научного и методического характера. Только преодолев их, мы сможем оценить экономическую эффективность комплексной переработки сырья в целом по всему народному хозяйству.) И лишь тогда можно говорить о выгодах комплексной переработки сырья и о народнохозяйственных убытках от его некомплексного использования.

Было бы чрезвычайно полезно создать межотраслевой научный центр по комплексному использованию сырья.

В принципе уже ясны основные направления, по которым должна идти научно-исследовательская и научно-организационная деятельность такого центра. В двух словах об этом, конечно, не скажешь, но попробуем.

Итак, следует заняться оценкой сырьевых ресурсов (рудных месторождений) и процессами их переработки: вторичными продуктами (тем, что сегодня именуется отходами, и плюс к этому ресурсами Мирового океана); металлами и их рациональным использованием; энергетикой комплексного использования сырья; научными основами безотходного производства; экономикой и прогнозом; и, конечно, обязательно должна быть служба координации исследований и разработок.

Почему упомянуты ресурсы Мирового океана и энергетика? В будущем принимаемые сегодня меры могут

оказаться недостаточными для расширенного воспроизводства. И тогда возможно использование морских отложений и мощных термальных источников, выносящих металлы из океанического дна. Такие источники огромной мощности уже обнаружены советскими экспедициями. Например, на глубине 3000 метров найден «марганцевый вулкан», который выбрасывает термальные воды на высоту 2000 метров. Они создают своеобразное облако протяженностью более 200 километров, богатое соединениями железа, марганца и других металлов. Причем эти металлы уже можно извлекать современными гидрометаллургическими методами.

Что же касается энергетики, то вовлечение в переработку бедных и забалансовых руд, некоторых горных пород и морских отложений невозможно без достаточных энергетических ресурсов. (Впрочем, это относится и к современной добыче и переработке.) Таким образом, решение общей проблемы комплексного использования сырья немыслимо без тщательной проработки вопросов энергетики.

Металлургия переживает сегодня качественно новый этап своего развития. Мы научились получать практически любой цветной металл, определили у каждого потребительскую ценность. Настала пора пересмотреть и отношение к сырью.

Надо понять, что все без исключения руды следует считать комплексными. Нет железных, оловянных, марганцевых руд, а есть сырье, в котором каждый компонент имеет потребительскую ценность. А потому следует покончить с практикой «подбора» сырья для известных и порой устаревших производственных процессов. Необходимо заняться поиском для данного источника сырья новых технологий, исключающих образование отходов. Достигнутый уровень науки и техники позволяет сделать это уже сегодня.

Комментарий

Член-корреспондент АН СССР А. И. Манохин убедительно доказывает, что основная особенность безотходных технологий — их комплексность. Здесь должна, обязана существовать неразрывность операций по максимальному использованию всех составляющих тех или иных полезных ископаемых. Причем эти операции могут протекать параллельно или последовательно, в последнем случае — с различными интервалами времени, необходимыми на транспортировку, обогащение или иную подготовку к последующей операции. Но всегда сохраняется единство технологии, ее конечная цель, ее общая стратегия, ее значение для народного хозяйства в целом.

Безотходные или малоотходные технологии, как правило, ориентированы на наиболее важные компоненты народного хозяйства — производство и рациональное использование металла, строительных материалов, древесины, зерна, различных полезных ископаемых.

Безотходная технология, если можно так сказать, комплексна в двух смыслах, по двум направлениям.

Первое — это самоочевидное требование использования всех компонентов того или иного вещества, утилизация и тех компонентов, которые традиционно или вследствие организационных причин, или отсутствия необходимых производственных условий и умений причисляют к отходам производства и обычно не используют.

Вторая сторона комплексности интересующих нас технологий состоит в следующем:

они взаимосвязаны с экологической обстановкой, в которой реализуются (излишнее количество вредных выбросов в атмосферу, реки, водоемы и т. д., отчуждение пахотных или пригодных для других целей земель под захоронение, накопление или другой вид временного или постоянного хранения не утилизируемых отходов);

дают возможность вовлекать в хозяйственный оборот ресурсы, ранее не используемые (бедных руд, небольших по площади залежей ископаемых, природных ресурсов, для переработки которых не существовало практически приемлемых технологий, и т. д.);

применение даже одной или минимального количества новых, прогрессивных операций в общей цепочке

технологии жестко приводит к необходимости настраивать, переводить и всю цепочку или по крайней мере большинство операций на новые и прогрессивные методы и процессы;

сулит новые возможности получения материалов или веществ с интересующими нас характеристиками. Ведь прогрессивные технологии направлены в том числе и на получение прогрессивных же материалов, и это достигается или целенаправленными усилиями, или же получается как бы «само собой», органично сопровождает и новизну и оригинальность технологических процессов.

как правило, улучшаются условия труда, так как сокращаются или становятся вовсе излишними процессы и операции, сопровождаемые выделением вредных веществ — газов, пыли и т. п., или устраняется из технологий применение вредных компонентов в качестве промежуточных продуктов, катализаторов или других побудителей реакций.

Само собой разумеется, что любая безотходная технология или часть ее проверяется суровыми законами экономики. Экономия сырьевых и энергетических ресурсов, труда, капитальных затрат органично входит в общую картину интересующих нас технологий, еще раз подчеркивая их комплексность, сложность и многогранность.

Все сказанное хорошо прослеживается хотя бы на примере химической промышленности. Сама по себе она становится все более многообразной, включая в себя сумму отраслей, в том числе такие нетрадиционные, как микробиологический синтез, промышленное получение биокатализаторов, биологически активных веществ, белковых препаратов и т. д. Тем самым химическая промышленность как единый комплекс растет количественно, но одновременно претерпевает и качественное изменение: увеличивается «сумма» безотходных производств, процессов, не требующих больших затрат энергии, не дающих побочных продуктов, не загрязняющих окружающую среду. За прошедшую пятилетку создано порядка 200 прогрессивных и оригинальных технологических процессов. Для получения фосфорной кислоты и аммофоса используют бедные руды, что значительно увеличивает мощь сырьевой базы. Главным образом за счет комплексного использования природных ресурсов.

Налажен выпуск пигмента черного красителя на основе утилизированных отходов производства.

Еще пример. Крупномасштабное освоение Канско-Ачинского месторождения возможно только при использовании принципиально новой безотходной технологии переработки угля. Признано целесообразным перерабатывать канско-ачинские угли на месте и получать дешевую электроэнергию и синтетическое жидкое топливо (СЖТ). В процессе производства СЖТ утилизируется образующийся газ. Он направляется на получение пластмасс. Шлаки, получаемые при сжигании угля, утилизируются как отличный строительный материал. Словом, уголь полностью, без потерь будет служить народному хозяйству.

Комплексно решают задачи охраны окружающей среды, улучшения условий труда и безотходности и многие другие новые процессы в химической промышленности. Таково, например, полностью автоматизированное производство труб из термопластов, получение ряда оригинальных полимеров с заданными свойствами.

Основные и принципиальные особенности новых комплексных безотходных технологий прослеживаются и в ряде других отраслей народного хозяйства.

Многостороннее и глубокое освоение комплексных безотходных производств — долговременное и кропотливое дело, которым предстоит заниматься ряду поколений ученых, инженеров, техников, рабочих всех специальностей. Прогноз конкретных путей развития этих технологий возможен лишь в очень ограниченных рамках. Несомненно одно — это направление технического и социального прогресса будет долго пользоваться особым и пристальным вниманием. Из таких соображений вытекает необходимость усилить экологическое воспитание и подготовку инженерно-технических работников всех рангов. Принципы безотходных и экологически чистых производств должны органично сочетаться с общими принципами деятельности ученых и инженеров.

Издательство

МЕТАЛЛ. СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ. КАЧЕСТВО. ОТХОДЫ

Рациональная переработка руд черных и цветных металлов, их обогащение, дробление, наконец литье, прокат, первичная обработка металлов — все это можно считать лишь началом сложного и долгого пути использования важнейшего материала технического прогресса. К сожалению, на пути этом колоссальное количество металла теряется. Потери от коррозии, нерациональной технологии резания и т. д. еще очень велики.

В металлообработке, к сожалению, лишь в одном случае из ста можно обойтись вовсе без стружки. Даже литые и штампованные детали требуют последующей механической обработки. Там, где без стружки не обойтись, ее нужно снимать как можно меньше, а если появляется новая бесстружечная технология, ее нужно незамедлительно использовать в промышленности. Итак, обработка без стружки. Возможно ли такое?

Статистика не ответит на вопрос, сколько сегодня работает зубчатых колес в автомобилях, тракторах, станках, прессах и т. д. В каждом приборе, в каждой машине встретятся десятки малых и больших зубчатых колес. Общее для всех колес свойство — склонность к довольно быстрому износу. Изнашиваются они на совершенно законном основании, отработав положенное количество часов. И не потому, что плохо сделаны или плох материал. Нет, все сделано правильно, форма зуба у колеса изучена и десятилетиями выверена. Виноваты тяжелые условия, в которых работают зубчатые передачи. Зуб, без конца встречаясь с другим все в одном и том же месте, изнашивает и себя, и соседа. В этом месте — оно называется «пятно контакта» — и идет в основном износ зуба.

Износившись всего на сотые доли миллиметра, зубья начинают стучать друг о друга и оттого изнашиваются еще интенсивней. Стучащее колесо заменяют. А жалко, ведь износ на глаз даже не заметен. Но существуют нормы износа, и колесо приходится заменять. Проследим его дальнейшую судьбу.

Один из самых крупных потребителей зубчатых колес — сельское хозяйство. В сельском хозяйстве сегодня крутятся сотни миллионов таких колес. В системе Госкомсельхозтехники действует 500 специализированных

пехов и участков. За год в среднем возвращают в сельскохозяйственную технику разных деталей на 350 млн. руб., в результате экономят почти 700 тыс. т металла. Среди восстановленных — разные втулки, валы, валки, но почти нет зубчатых колес. А те, которые есть, пожалуй, нельзя считать восстановленными. Просто с них срезали изношенный зубчатый венец и использовали как заготовку для нарезки новых зубьев. Конечно, и это лучше, чем сдать колесо в металлолом. Но при таком восстановлении снова появляется вездесущая стружка: и когда срезают изношенную часть, и когда нарезают новую.

Вспомним, как в руках скульптора из глыбы сырой глины возникает статуя. Неуловимое движение рук скульптора — и часть материала перемещается в нужное место.

Сотые миллиметра износа — это всего тысячные доли объема зубчатого колеса, какие-то граммы от килограммов затраченного на него металла. Даже в каждом отдельном зубе хватит металла, чтобы восполнить износ. Но металл не передвинешь, как глину.

Однако заведующему лабораторией Института проблем надежности и долговечности машин АН Белорусской ССР доктору технических наук Н. Дорожкину и его коллегам идея не показалась безнадежной. Ведь штампуют же из бесформенной заготовки различные детали, и довольно сложной формы. При изготовлении зубчатых колес, правда небольших, формуют накаткой (выдавливанием) зубья вообще «на голом месте», а тут есть все-таки готовый зуб, и нужно лишь, чтобы металл зуба как-то перетек, скажем, с боковых, не участвующих в работе сторон на рабочие поверхности. Тогда зуб пополнеет ровно настолько, насколько он изнашивался.

После многочисленных экспериментов было найдено удивительно простое решение. Сделали устройство, в котором изношенное колесо вращалось в паре с эталонным, тщательно обработанным и сделанным из твердой стали. Секунду-другую колесам дают просто вращаться, как в обычной зубчатой передаче, так сказать, «присмотреться» друг к другу, а затем в нагретое до 800—900°С изношенное колесо вливаются с боков диски с твердыми шипами, по одному шипу на каждый восстанавливаемый зуб. Они берут его как бы в клещи. Шипы, выжимая металл, удлиняют зубья, а эталонное ко-

лесо, которое авторы называли накатником, формирует, калибрует их. Гольше никакой механической обработки, как правило, не требуется. Это индустриальный метод восстановления, которым за несколько минут можно из изношенного зубчатого колеса сделать новое. И никакой стружки.

На одном из ремонтных заводов Белоруссии уже работает несколько устройств, каждое из которых восстанавливает до 60 зубчатых колес в час. При этом изготовление нового зубчатого колеса, например коробки передач автомобиля ГАЗ-51, стоит не меньше рубля, а восстановление новым способом — всего 18 коп. На изготовление нового колеса нужно затратить около четырех килограммов металла, а на восстановление — ни грамма [1].

Специалисты подсчитали, что только в системе Госкомсельхозтехники можно ежегодно экономить до 6 тыс. т высококачественного металла и около 10 млн. руб.

В Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года записано: «Разработать и осуществить систему мероприятий по сокращению отходов металлопродукции за счет... замены технологических процессов, основанных на резании, экономичными методами формообразования металла».

Приведем пример еще одного оригинального, даже неожиданного метода формообразования. Речь пойдет об инструментах из... стружки.

Собранную в цехах стружку необходимо отмыть от грязи и масла, спрессовать в брикеты. Только в таком виде она становится вторичным сырьем для металлургов. Обычно же стружку отгружают слегка подпрессованными тюками. Грузоподъемность вагонов при этом используется лишь наполовину, и составы везут по железным дорогам воздух. Кроме того, на пути от металлообрабатывающего завода до металлургического до 25% стружки теряется. Еще 20% сгорает при переплаве. К этому надо прибавить потери от снижения производительности мартеновских печей (по сравнению с использованием кускового металлолома) и ручной труд по переработке стружки. Но 9 млн. т стружки составляют почти десятую часть проката черных металлов, выпускаемых всей нашей металлургической промышленностью за год. В этом неудобоваримом ворохе — ценней-

шие нержавеющей, жаропрочные, высоколегированные конструкционные и инструментальные стали. Далее речь пойдет о быстрорежущих сталях, составляющих значительную часть стружечной горы.

Сотрудники Физико-технического института АН Белорусской ССР нашли способ делать инструменты из стружки. Стружки быстрорежущей стали Р6М5 — той самой, из которой делают резцы, сверла, метчики, развертки и фрезы. Получив удовлетворительные результаты, изобретатели занялись разработкой промышленной технологии изготовления режущего инструмента из стружки быстрорежущей стали, в огромных количествах образующейся не только на предприятиях инструментальной промышленности, но и в инструментальных цехах металлообрабатывающих заводов других отраслей.

Но не проще ли превратить стружку в порошок, а из него делать пластины для резцов и фрез известными методами порошковой металлургии? Тем более что в традиционной металлургии стружка считается второсортным сырьем, а в порошковой она необходима. Ведь стружку легче превратить в порошок, чем монолитный металл. Ее можно сделать хрупкой глубоким охлаждением, размолоть шарами в тонкий порошок, а затем спеканием или высоким давлением придать материалу необходимую форму.

Все это так, но целью было создать такую технологию, чтобы режущий инструмент можно было делать прямо из стружки, минуя порошковую стадию. Делать в том же цехе, где стружка получается. Без сложного мельничного оборудования, которого в инструментальных цехах нет. Выточили из быстрорежущей стали, скажем, заготовки для метчиков, накатали на них резьбу, отфрезеровали канавки, собрали со станков стружку... и тут же сделали заготовки для следующей партии метчиков.

Конечно, дело делается не так быстро. Инструмент получается следующим методом. Стружку из быстрорежущей стали Р6М5 загружают в пресс-форму и под сравнительно небольшим давлением (до тонны на квадратный сантиметр) без нагрева прессуют из нее стаканчик; например, с наружным диаметром в 5 см. После холодного прессования, где минеральное масло выполняет роль пластификатора, получается металлическая заготовка с большой плотностью. Затем заготовку на-

гревают до 1000°C (масло выгорает) и осаживают в штампе почти до плотности монолитного металла. После этого берут стержень из дешевой стали диаметром несколько большим, чем внутренний диаметр стаканчика, делают на нем винтовые канавки (это чтобы было прочнее соединение хвостовика со стаканчиком из быстрорежущей стали), запрессовывают хвостовик в стаканчик, выдавливают через профилирующую матрицу и получается концевая фреза диаметром 20 мм.

Таким же способом можно получить заготовку и для метчика (кстати, метчики из стружки служат втрое дольше обычных), и развертки, и зенкера, и пластины для фрез и резцов.

Стружки в инструментальном цехе предостаточно, минеральное масло всегда найдется, пресс усилием 100—160 т — тоже, штамп для горячего деформирования заготовки и вовсе не проблема. А применить новую технологию на специализированных инструментальных заводах еще проще. Минские изобретатели утверждают, что при годовой программе в 400 тыс. заготовок режущего инструмента можно получить более 100 тыс. руб. экономии [2].

Безотходная технология смыкается с рациональным использованием ресурсов на всех стадиях его добычи, переработки, эксплуатации, т. е. с экономией ресурсов в самом широком понимании. В этом смысле интересны работы ЦНИИПроектстальконструкции по разработке и внедрению новых марок сталей и по экономичным проектам металлических конструкций.

Одна из самых металлоемких отраслей народного хозяйства — строительная индустрия. Огромные количества металла здесь используются в виде арматуры, каркасов, ферм и балок. Даже замурованный в бетон металл остается главным элементом, обеспечивающим прочность строительных конструкций. И следовательно, повышение его собственных прочностных свойств — ~~ре-~~ реальный путь экономии.

С этой целью, собственно, и были созданы специальные строительные стали, в состав которых для повышения прочности вводят различные легирующие элементы. Однако это решение оказалось не из лучших. Не только потому, что сами добавки достаточно дороги, они заметно ухудшали свариваемость и вязкость металла. Особенно явно этот недостаток проявляется при

низких температурах: в жестокие морозы металлоконструкции, с большим трудом сваренные из прочных легированных сталей, растрескиваются и расслаиваются под нагрузкой. Если учесть нынешние масштабы строительства в Сибири и на Крайнем Севере, острота проблемы становится очевидной.

За рубежом эту задачу попытались решить путем комплексного легирования сталей добавками никеля, молибдена, ниобия. В сочетании с особым видом прокатки на специальных станах удается получать высокопрочные строительные стали с мелкозернистой структурой. Однако это решение не из лучших — высокая стоимость и дефицит легирующих добавок ограничивают его применение.

При нашем размахе строительных работ вопрос стоял однозначно: нужно создать сравнительно дешевые высокопрочные строительные стали, пригодные для эксплуатации в широком климатическом диапазоне — вплоть до районов с морозами в 65°C . В числе первых за решение этой задачи взялась группа ученых УралНИИчермета. Они попытались добиться упрочнения строительной стали с помощью небольших добавок ванадия, который в нашей стране не является дефицитным. Ванадий образует в стали стойкие химические соединения с углеродом и азотом — карбиды и нитриды. И первые результаты на этом пути оказались настолько обнадеживающими, что к исследованиям постепенно подключились ЦНИИчермет имени Бардина, ЦНИИ-проектстальконструкция и еще свыше двадцати институтов и предприятий. Создана технология карбонитридного упрочнения строительных сталей, авторы которой удостоены Государственной премии СССР.

Сущность этой технологии не ограничивается самим процессом выплавки карбонитридной стали. Для получения желаемых свойств ее подвергают такому виду термообработки, как нормализация, — нагреву с последующим охлаждением на воздухе. Причем режим подобран таким образом, что одна часть карбонитридов при нагреве растворяется в кристаллической решетке железа и после охлаждения остается там в виде мельчайших частиц с размерами от нескольких десятков до сотен ангстрем. Другие же более крупные карбонитриды — с размерами до тысячи ангстрем — при нагреве располагаются по границам зерен, сдерживая их рост, но при

охлаждении освобождают границы и также уходят внутрь кристаллов. В итоге получается сталь с весьма мелкозернистой структурой. А значит — высокой прочностью и вязкостью.

В отличие от западной технологии отечественный способ получения высокопрочных строительных сталей весьма экономичен. Добавки ванадия в них не превышают 0,15%. А сами стали в полтора раза дешевле употреблявшихся ранее высоколегированных. Более того, на основе этой технологии удалось разработать единую группу из девятнадцати марок строительных сталей с разной прочностью. Иными словами, проектировщики и конструкторы получили в свое распоряжение набор эффективных материалов для создания конструкций, пригодных к эксплуатации в любых климатических условиях.

Новые стали уже выдержали экзамен в эффективных и экономичных конструкциях крупных промышленных зданий, мостов, высотных мачт, башен антенных устройств, резервуаров, газгольдеров, трубопроводов. Более того, они позволили создать уникальные инженерные сооружения, которые раньше просто нельзя было возвести из-за низкой прочности промышленных материалов. В качестве примера здесь можно назвать вантовый переход через Днепр — 720-метровый ажурный мост на тонких стальных подвесках, несущий тяжелую трубу аммиакопровода. К уникальным конструкциям следует отнести кожухи мощных доменных печей, гигантские спортивные объекты. Промышленное производство проката из карбонитридных сталей освоено на Орско-Халиловском и Нижнетагильском металлургических комбинатах, Новолипецком, Череповецком и ряде других металлургических заводов страны. Причем эта технология внедрена без дополнительных капитальных вложений и ввода нового оборудования.

К каким порой неожиданным результатам приводит научный подход при решении, казалось бы, давно решенной проблемы, показывает такой пример.

Несколько лет назад ЦНИИпроектстальконструкцию попросили провести экспертизу проекта завода сварных конструкций. Его было намечено построить на Урале. Проект предусматривал заводские здания из сборного железобетона. Проектанты подсчитали, что для этого понадобится 13,3 тыс. т стали и 13,4 тыс. м³ железобе-

тона, и были уверены, что выбрали наилучший вариант. Сделали расчеты и убедились, что вариант выбран далеко не оптимальный. Если бы завод строили только из металлических конструкций, это позволило бы при том же расходе стали сэкономить 11 тыс. м³ железобетона.

Издавна укоренилось мнение, что железобетонные конструкции выгоднее, чем просто металлические, требуют меньше металла. Когда-то так оно и было. Тогда отечественная металлургия выпускала строительный прокат традиционных профилей из малоуглеродистых сталей, и, чтобы обеспечить необходимую прочность, требовались большие поперечные сечения. Естественно, это утяжеляло конструкции. Однако с тех пор многое изменилось, и наука внесла свои коррективы в устоявшиеся строительные традиции.

Использование новых научных идей и разработок — главный резерв экономии металла. А таких идей в области строительства появилось за последние годы немало.

Успешно разработаны конструкции, где металл работает в основных несущих элементах, состоящих из растянутых поверхностей — высокопрочных тросов или тонких листов-мембран. Кроме того, эти конструкции совмещают различные функции с одной конструктивной формой. На их основе созданы новые конверторные цехи черной металлургии, крупнейшие здания машиностроительной промышленности и сверхмощных доменных печей.

Физические законы и явления содержат в себе неиссякаемый источник для новых и оригинальных технических решений. Применение электромагнитных полей для очистки изделий от окалины — интересный тому пример. И одновременно еще один резерв экономии металла и химических реагентов.

Слово «ржа», употребляемое в народе, определено В. Далем: «Окисел, вольное сгорание металла». Теперь к «вольному сгоранию», от которого человечество ежегодно теряет не менее 25 000 000 т металла, присоединяется невольное. Это окалина, возникающая при горячей прокатке. Здесь убытки гораздо больше. И если с коррозией человечество как-то борется, применяя различные покрытия, ингибиторы, легирующие добавки, то против окалины практически нет никаких средств. Остается одно — снимать окалину с готового изделия или

полуфабриката (например, катанки) механическим или химическим путем. В крупносерийном и массовом производстве применяется травление. Серная кислота хорошо снимает окалину. Но травильные ванны, ядовитые испарения... Мало того, при травлении кислота вместе с окалиной снимает и некоторый слой здорового металла — примерно 3,5 кг на тонну горячекатаной проволоки. Теряются сотни тысяч тонн металла. При этом на травление тонны катанки нужно израсходовать более 20 кг серной кислоты.

Может быть, механический способ очистки лучше? Например, камеру с эластичными стенками заполнить абразивным порошком, давить на стенки камеры сжатым воздухом и протаскивать через абразив проволоку. Но пока сжимающие силы доберутся до самой проволоки, от первоначального давления (приложенного через стенки камеры к наружному слою абразивного порошка) останется лишь одна четверть. А главное, процессом очистки трудно управлять. При травлении, если концентрация раствора и скорость протягивания проволоки постоянны, можно считать постоянной и толщину снимаемого слоя. При механической зачистке влияющих факторов больше. Здесь и засаливание абразивных частиц, и их неоднородность, и колебания прилагаемого давления, и разномерность гранул. Чтобы чистить с гарантией, приходится вместе с окалиной сдирать чистого металла еще больше, чем при травлении.

При электромагнитной очистке абразивный порошок уплотняется силами магнитного поля, действующими сразу по всему объему. Причем максимального значения эти силы достигают как раз у поверхности проволоки, т. е. там, где нужно. В магнитном поле ферромагнитный абразивный порошок приобретает свойства твердого тела. Уплотнение (затвердевание) происходит практически без трения между частицами порошка, и поэтому почти вся энергия затрачивается на полезную работу. При одинаковом расходе энергии намагниченный абразив охватывает проволоку в 3—4 раза сильнее, чем сжатый, например пневматической эластичной камерой. Но самое интересное, что новым способом можно снимать только окалину, не затрагивая чистый металл.

Изменяя электрический ток в обмотках возбуждения электромагнитов, можно создать такое поле, которое будет притормаживать проволоку на входе в устрой-

ство. Тогда более эластичная проволока станет слегка вытягиваться, а хрупкая окалина — растрескиваться и легко отделяться от металла на выходе из устройства. Окалина будет сползать с катанки, как сползает с блестящего медного провода «чулок» из полимерной изоляции.

Особая форма магнитопроводов создает вокруг проволоки оптимальную конфигурацию магнитного поля. Чтобы проволока не уносила с собой ферромагнитный абразивный поток, на выходе из устройства установлены уплотнители из сжимаемого поршнями графитового порошка. Управлять процессом можно, варьируя ток в обмотках возбуждения электромагнитов [3].

Исследователи занимаются и созданием принципиально новых материалов, соединением в одном материале полезных свойств, присущих разным традиционным материалам.

Двухслойные сосуды, строго говоря, не новость. Первый, серебряный изнутри и медный снаружи, был сделан древним умельцем для царя острова Хиос еще в IV в. до н. э. Как он сделал это ювелирное чудо — не известно, но, вероятно, трудился не один день. Сейчас его опыт вряд ли может быть полезен, ибо многослойные промышленные изделия нужно делать серийно, т. е. быстро и просто.

На лист из дешевой стали положен более тонкий — из дорогой нержавеющей. Взрыв — и это уже не два отдельных листа, а единый двухслойный конструкционный материал. Взрывная волна прочно приварила защитный слой к основе, и теперь из этого материала можно сделать, скажем, корпус химического реактора, который, будь он из чистой «нержавейки», обошелся бы раз в 20 дороже.

Но корпус реактора — это лишь часть химического оборудования. Реактор связан сетью трубопроводов с другими агрегатами, цехами, хранилищами готовой продукции. И нужно, чтобы трубы тоже были изнутри нержавеющей. Однако сделать двухслойную трубку взрывом не удастся. Сварка взрывом еще очень молодая. Не успела даже войти в последний политехнический словарь. Многое тут еще неясно, делается на глазок. Одно дело, когда взрывная волна распространяется по поверхности листа, т. е. в открытом пространстве, и совсем иное — если в трубе. Взрывом не получается, но

ничего столь же простого (и безопасного!) пока не придумали.

В отличие от сварки взрывом процесс насыщения различных материалов водородом, так называемое гидрирование, хорошо изучен и во всех энциклопедических изданиях давно описан. Гидрирование применяют при получении аммиака, при очистке нефти. В пищевой промышленности — для производства маргарина.

Казалось бы, что общего между маргарином и сваркой? Но инженер подмосковного завода В. С. Сапелкин и его коллеги вспомнили об одном явлении, сопутствующем гидрированию. При насыщении водородом происходят существенные изменения в кристаллической решетке металла, и он увеличивается в объеме. И не на какие-нибудь сотые миллиметра, как при обычном нагреве, а процентов на двадцать, двадцать пять. Такое «разбухание» можно использовать в первую очередь там, где бессильны сварка или пайка. Например, при соединении легкоплавких материалов — меди, алюминия, пластмасс — с тугоплавкими — вольфрамом, жаропрочной сталью, керамикой.

Если трубы посадить на цилиндр из прочного и склонного к разбуханию металла, при гидрировании он увеличится в объеме и прочно припечатает трубы друг к другу. Оставалось подобрать разбухающий металл для каждой конкретной соединяемой пары.

Хорошо разбухали нитрий, титан, цирконий, ниобий при нагреве в атмосфере водорода до 300—600°С, а в сплавах титан—железо, лантан—никель эффект разбухания проявлялся при нагреве до 100°С и даже при комнатной температуре. Открывались заманчивые технологические возможности.

Втулки из алюминиевого сплава и нержавеющей стали посадили на кольцо из циркония, подержали один час в атмосфере водорода при температуре около 400°С и получилось соединение более прочное, чем деталь из сплошного алюминия.

Таким же способом соединили детали из пластмассы. Соединить расширением ухитрились даже лист из графита с алюминиевым листом, поместив над ними пластину из лантано-никелевого сплава. Всевозможные керамики и металлокерамики оказалось выгоднее соединять с помощью ниобия, который разбухал просто при нагреве на воздухе.

Итак, следует использовать «сварку разбуханием» для изготовления двухслойных труб. В этом направлении и продолжил работу В. С. Сапелкин с коллегами. В стальную трубу вставили медную, в нее — болванку из металла, разбухающего при насыщении водородом, и поместили все это в печь с водородной атмосферой. Болванка довольно быстро увеличилась в диаметре и так прижала медную трубу к стальной оболочке, что они приварились друг к другу. Только вот трубы эти были очень тонкие, и когда посчитали, сколько времени потребуется для сварки толстостенных труб, получилось что-то около месяца.

Тепловое расширение различных материалов довольно широко используется в технике, например в тепловых реле, и уж во всяком случае это их свойство всегда учитывается. В физической характеристике материала, как правило, указывается коэффициент линейного расширения. А вот свойство некоторых металлов увеличиваться в объеме при переходе из жидкого в твердое состояние как-то обойдено вниманием. В справочнике металлиста, на котором воспитано не одно поколение конструкторов и технологов, об этом свойстве упоминается лишь вскользь. Например, про галлий и висмут сказано, что они при кристаллизации расплава увеличиваются в объеме, а про то же свойство кремния умалчивается.

Вот среди таких «ненормальных» материалов и решили найти подходящие для своего дела. А когда нашли, получился способ изготовления биметаллических труб, не требующий ни прессов, ни взрывов, поскольку и без них внутри заготовки получалось давление в десятки тысяч атмосфер. В качестве расширителей можно использовать кремний (температура плавления около 1400°C , при кристаллизации объем увеличивается почти на 10%), германий (плавится при температуре около 930°C и увеличивается в объеме при застывании на 5%), галлий, расплавляющийся при 30°C и увеличивающий свой объем почти на 4%. А также висмут и различные сплавы на основе этих элементов.

Для проверки взяли трубу из нержавеющей стали с трехмиллиметровой стенкой, вставили в нее циркониевую трубку, заглушили «бутерброд» с торцов фланцами, залили внутрь расплав кремния и оставили остывать при комнатной температуре. Все получилось, как

задумали. Когда вновь расплавили кремний и вылили его из внутренней трубки, она оказалась прочно соединенной с наружной. Произошло нечто подобное диффузионной сварке в вакууме.

Преимущества биметаллического сосуда или трубы перед однородными очевидны, но еще больше преимуществ у многослойных конструкций. Уже применяются многослойные трубы для газо- и нефтепроводов высокого давления. Многослойными делают камеры высокого давления для мощных гидравлических прессов, камеры для изготовления деталей из нержавеющей металлов под давлением в тысячи атмосфер. Во всех случаях многослойность обеспечивает сосудам высокого давления прочность и безопасность в эксплуатации. Если в каком слое и появится трещина, в смежный слой она не перейдет. В однослойном же сосуде такая трещина растет и разрушает всю стенку.

Промышленность требует все больше и больше многослойных сосудов, но технология их изготовления очень сложна. Например, на сравнительно тонкостенную трубу наматывают с расчетным натяжением слой за слоем тонкую стальную ленту. Тут нужно специальное намоточное оборудование с автоматическим управлением, по сложности и стоимости сопоставимое с мощными прокатными станами.

В. Сапелкин с коллегами сделал шаг от биметаллических конструкций к многослойным. Они предлагают новую технологию, включающую как гидрирование, так и использование металлов, увеличивающих свой объем при переходе из жидкого состояния в твердое.

И еще одно преимущество новой технологии: если известными способами можно делать только цилиндрические сосуды, то этим способом — любые: прямоугольные, конические, шаровидные и др. [4].

Но и этим не исчерпываются возможности металлов, расширяющихся при кристаллизации или разбухающих при гидрировании. Например, современные устройства для прессования деталей из металлических порошков представляют собой сооружение с двухэтажным домом, а для создания в них нужного давления требуются мощные компрессоры, тяжелые фундаменты и т. д. С помощью же материалов, изменяющих свой объем при фазовых превращениях, можно создать компактные установки с рабочим давлением в сотни тысяч атмосфер.

Сейчас к исследователям обращаются представители многих министерств и отраслей промышленности: цветной металлургии, электротехнической, приборостроительной, нефтяной, авиационной, теплотехнической, индустрии ремонта автомобилей и тракторов. Столь большой интерес к новой технологии позволяет надеяться, что в ближайшем будущем она займет достойное место среди прогрессивных производственных процессов, создаст новые возможности экономии наиболее ценных видов металла и сплавов.

Безотходная технология по самой своей сути предусматривает использование технологий разной степени дискретности — порошковая и гранульная металлургия, молекулярная и атомная технология. Но если достоинства порошковой металлургии хорошо известны и публикаций здесь достаточно, то о работах в области гранульной металлургии известно гораздо меньше. Новый вид металлургии — еще в начале пути. Но успехи уже налицо. С помощью этой, пожалуй, самой передовой технологии можно придавать любым металлам и сплавам новые свойства, резко отличающиеся от традиционных.

Для коренного преобразования металлов и сплавов используют два весьма элементарных физических процесса. Дело в том, что существует самая прямая зависимость новых свойств кристаллизующегося вещества от скорости затвердевания. Можно привести пример, ставший классическим для экспериментов и в какой-то степени отправной точкой для дальнейшей работы. Оказалось, что при очень быстрой кристаллизации быстрорежущей стали ее износостойкость повышается в два—три раза.

Если слитки металлов при обычной методике охлаждения примерно на 1°C за секунду, то здесь нужно ускорить этот процесс в 10 тыс. или даже в 100 тыс. раз. Охлажденные столь быстро сплавы титана и даже алюминия проявляют завидную стойкость по отношению к высоким температурам.

Но от большого слитка, естественно, тепло так быстро не отберешь. Выход один — работать с мелкими частичками металлов и сплавов. Но не с обычными порошками.

В гранульной металлургии очень важно, каким способом получены частички металла, как их охлаждать, что для обычной порошковой металлургии совершенно

безразлично. Частички-гранулы — они достигают обычно диаметра в 200 мкм, т. е. больше, чем частички порошковой металлургии, — появляются в результате процесса распыления, предложенного в свое время советскими учеными. Переливающийся всеми красками поток расплавленного металла разбивают струей холодного воздуха. При этом струя распадается на отдельные «песчинки», которые сразу же дополнительно и резко охлаждаются. И за доли секунды появляются характерные гранулы — металлы с оригинальными качествами.

Далее гранулы надо скомпоновать в единое целое. При этом дальнейшие процедуры ничего общего не имеют с методиками порошковой металлургии. Хотя, конечно, преследуют ту же цель — получить единую массу металла. Но порошки спекают. Гранулы спекать нельзя, так как появившиеся оригинальные свойства металла могут пропасть, исчезнуть.

Тут начинает работать уже не столь простая технология. Гранулы засыпают в стальной сосуд. Естественно, что, когда он заполнен доверху, лишь примерно 70% сосуда составляет металл. Остальное — воздух. Никакой компактной массы пока что нет. Но вот сосуд-капсулу герметизируют, откачивают воздух и нагревают. Температура примерно 80% от температуры, при которой данный металл плавится. Плавление, конечно, недопустимо. К нагретому металлу прикладывается весьма солидное внешнее давление. Гранулы спекаются в единую плотную массу, где все 100% объема составляет металл. Никаких пор, никаких вкраплений, никакого воздуха слиток не содержит. Металлурги говорят в таких случаях, что плотность составляет 100%. Никакими обычными методиками, никакими ухищрениями — прокатка, прессование и т. д. — подобных результатов добиться нельзя. За стопроцентную плотность шла борьба со времен великого русского металлурга Чернова, но лучшие результаты, чем 99,5—99,6%, никто не получил.

Таким образом добиваются того, что легкие металлы и сплавы становятся гораздо более прочными, износостойкими, легче переносят высокие температуры и давления, готовы работать в крайне агрессивных средах — словом, отвечают всем требованиям, которые научно-технический прогресс накладывает на конструктивные материалы.

Если ускорить процесс таким образом, чтобы металл

затвердевал, когда кристаллическая структура еще не образовалась, то можно получить совершенно новый класс веществ. Образуются своего рода «стеклянные металлы», напоминающие по своей структуре, вернее по ее отсутствию, обычное аморфное стекло, но включающее в свой состав атомы металла. Предположительно при такой метаморфозе должны резко измениться привычные параметры металла — стойкость, электропроводность, теплопроводность и т. д.

Гранульная металлургия, ее достижения, ее методики открыли перед наукой и техникой целый ряд интереснейших возможностей. Во-первых, следует сказать о совершенно новой процедуре заживления дефектов в промышленном литье. А дефекты эти являются скорее правилом, чем исключением.

Скажем, за счет внутренних пор обычная удельная плотность алюминия (разумеется, в терминологии металлургов) составляет 99,2%, так как 0,8% объема занимают поры. Метод изостатической обработки (для гранул — откачка воздуха, нагревание и давление), примененный уже к целым кускам алюминия, позволяет ликвидировать практически все поры.

Это же относится и к сварным деталям. Аналогичная обработка позволяет заделывать поры, трещины и другие внутренние дефекты, возникшие внутри детали при ее рождении. Так можно ликвидировать все без исключения нарушения плотности.

И наконец, новая методика применима в диффузионной сварке. Представьте себе два куска металла, которые приведены в так называемое абсолютное соприкосновение — их поверхности полностью подогнаны друг к другу. К такой металлической «паре» прикладывается давление, превышающее так называемый предел текучести, т. е. давление, при котором металл начинает «плыть», становится мягким и податливым — течет. В месте контакта двух тел начинают развиваться диффузионные процессы — проникновение атомов одного в среду атомов другого. Короче говоря, происходит столь бурное перемешивание атомов, что граница между двумя телами полностью стирается. Появляется единый монолит, в то время как при обычной сварке остается сварной шов, что в ряде случаев не очень удобно. И хотя, казалось бы, оба этих технических процесса не имеют прямого отношения к гранульной металлургии, налицо

именно она, хотя самих гранул и нет. В данных случаях используют главную операцию гранульной технологии — применение изо- и газостатических процессов. (Об этом и многом другом более подробно рассказывается в статье академика А. Ф. Белова в брошюре «Порошковая металлургия», которая будет выпущена издательством в серии «Техника» № 12, 1983 г.) Причем один происходит при постоянном давлении и полном вакууме (изостат), для другого главное — давление, наличие газов не столь важно (газостат).

Гранульная металлургия дает возможность в несколько раз продлить жизнь изделия, дать ему возможность долго работать, причем работать гораздо лучше в самых тяжелых условиях. Это явная экономия и времени и материалов.

И наконец, весьма ощутимый эффект в прямой экономике металла. Порой до 80% ценных сплавов идет в стружку. Между тем и порошковая и гранульная металлургия в принципе — безотходное производство.

Так же как термина «гранульная металлургия», слова «метон» пока еще нет ни в словарях, ни в справочниках. Это металлобетон. Не железобетон (бетонная смесь, армированная металлом). Это застывшая смесь расплавленного металла и минеральных наполнителей: щебня, гравия, песка — словом, компонентов обычных бетонных смесей. Метон скорее похож на метеоритное вещество, в котором застыли переплавленные минералы и металлы. Может быть, метеориты и навели специалистов из Мордовского государственного университета и Московского института инженеров железнодорожного транспорта (руководитель работ — доктор технических наук профессор В. И. Соломатов) на мысль создать нечто подобное искусственным путем. Во всяком случае, некоторые метоны по сопротивляемости атмосферным воздействиям не уступают небесному материалу, по теплостойкости гораздо выше земных бетонов, а их прочность на сжатие выше, чем прочность на сжатие входящего в их состав металла, и гораздо выше этого показателя у обычных бетонов.

Идея оказалась исключительно плодотворной. Разработаны метоны алюминиевые, стальные, титановые, чугунные, свинцовые, оловянные, цинковые, с наполнителями из базальта, кварца, гранита, песка; легкие ме-

таллобетоны из керамзита, туфа, пемзы и легкоплавких металлов и сплавов.

Вот метоновые плиты из сплава Вуда и гранита для полов кузнечных и штамповочных цехов, они хорошо сопротивляются ударным нагрузкам и более стойки к разрушениям маслами и эмульсиями, чем обычные бетонные полы. А эти слегка отливающие металлическим блеском плиты из легкого сплава и керамзита — прекрасный материал для покрытия полов в цехах с точным, прецизионным оборудованием, поскольку хорошо поглощают вибрации.

Тонкие, изящные и легкие плиты из алюминия и песка — подвесные потолки (раньше никто и не мечтал делать подвесные потолки из бетона). Они намного дешевле, чем из тонких стальных или дюралюминиевых панелей, поскольку металла в них не более трети.

Где встретишь теперь «оград узор чугунный»? В новых районах массовой застройки лишь серые бетонные столбы. А из чугунобетона можно отливать «кружева» на зависть старинным оградкам.

Из свинцового метона хорошо делать защитные экраны рентгеновских кабинетов, облицовывать стенки различных камер излучения, и будет такая облицовка опять же намного дешевле свинцовой.

Принимая во внимание повышенную прочность метонов на сжатие, целесообразно изготавливать из них станины металлообрабатывающих станков и тяжелых прессов (ведь метоны хорошо переносят ударные нагрузки), на которые тратится изрядная доля выплавленного в стране металла.

Метоны обладают повышенной стойкостью к истиранию, значит, пойдут на лотки для транспортировки руды, на облицовку дробеструйных камер. А высокая коррозионная стойкость метонов делает их ценными для технологических емкостей сахарного, витаминного и других подобных производств, а также полов в цехах этих предприятий. Сейчас сахар разрушает и бетон и металл. Можно изготавливать строительные конструкции и технологическое оборудование цехов основного производства и складов калийных комбинатов, где соль разрушает и полы, и стены, и потолки, и само оборудование, где солевая коррозия за четыре года съедает железобетонные колонны и за год — асбоцементные потолки, где

лишь дерево — естественный полимер — способно работать, да и то ограниченное время.

В некоторых из этих ролей метоны уже испытаны, в других предстоят испытания.

Создатели совершенствуют материал. Например, в алюминиевый метон добавили фосфорную кислоту, и его теплостойкость повысилась почти в три раза. Ввели азотно-натриевую соль — и метон стал вдвое прочнее при сжатии, и модуль упругости увеличился на 30—40%.

Делать метоны из легкоплавких металлов с температурой плавления, скажем, от 100 до 500°С не труднее, чем асфальтобетон, где минеральный наполнитель заливают расплавленным асфальтом и перемешивают. При изготовлении метонов из более тугоплавких металлов в форму закладывают наполнитель, разогретый немного ниже температуры плавления, и заливают расплавленным металлом. Применим и электрошлаковый переплав, где расходующиеся электроды из металла будут расплавляться одновременно с минеральными составляющими. Таким способом можно получать изделия практически неограниченной длины.

Новый материал любую строительную железобетонную конструкцию сделает в несколько раз легче. Из него можно с успехом и гораздо дешевле делать те изделия, которые сейчас делают из чугуна: от садовых оград и крышек коллектора на городских улицах до тубингов для облицовки тоннелей метро. Метоны на сжатие работают лучше металлов, а при растягивающих нагрузках уступают металлам лишь в 3—4 раза. [5].

О применении метонов в машиностроении — особый разговор. Изделия можно отливать, как из стали или чугуна, можно обрабатывать резанием, экструдировать, напылять. Даже прокатка и волочение применимы для обработки металлобетонов.

Б. Перцев, инженер

ТОРФ—ТОПЛИВО? НЕТ, ХИМИЧЕСКОЕ СЫРЬЕ

Многим отраслям промышленности необходим воск. Но натуральный пчелиный воск в небольших количествах идет только в парфюмерную и фармацевтическую промышленность. Машиностроение, оптика, электротехника, пищевая, лакокрасочная, полиграфическая промышленность, бытовая химия, карандашное производство пчелиного воска не получают вовсе. Используют вместо него стеарин — сырье пищевое, дорогое и не менее дефицитное.

Между тем еще в 1896 г. было предложено получать воск из бурых углей. Эти угли и сейчас основной источник воска за рубежом, а до недавнего времени и у нас. Но запасы бурых углей быстро истощаются, а воска нужно все больше и больше. Примерно 40—50 тыс. т в год. Бурые угли дают всего 1,5—2,0 тыс. Остальной воск приходится ввозить из-за рубежа.

Пока во всем мире воск использовали в основном в химической, пищевой и легкой промышленности, хватало добываемого из бурого угля. Но несколько лет назад в роли основного потребителя выступили машиностроители. Точнее, литейщики. Они стали делать точные отливки по выплавляемым восковым моделям. Воска сразу потребовалось в несколько раз больше, чем прежде. Но если воск есть в буром угле, он должен быть и в торфе. В каком количестве и в каких торфах его можно брать, как извлекать и каким он окажется, этого еще не знали.

Торфа в нашей стране более 160 млрд. т, 62% мировых запасов. Предполагали, что в нем около 4% воска. Тогда потребности страны можно обеспечить воском без ограничений. К сожалению, оказалось, что не из всякого торфа можно получить воск, а лишь из так называемого битуминозного. Такого торфа всего 5% от общих запасов.

Но как только начались исследовательские работы по извлечению воска из торфа, стало ясно, что торф, любой торф — богатейший источник сырья для химической промышленности. Над проблемой комплексной переработки торфа начала работать группа исследователей Института торфа АН БССР, руководимая членом-корреспондентом АН БССР П. И. Белькевичем. Оказа-

лось, что торф, так же как и нефть, сжигать экономически невыгодно. Слишком много ценных продуктов можно из него получить. Многие уже внедрены, некоторые еще предстоит внедрить.

Образцы — результаты работы большого научного коллектива. Образцы — вехи. Пятнадцать изобретений лежат в основе технологии комплексной химической переработки торфа. Дробленный торф разделяют на фракции. Частицы от 0,5 до 5 мм сушат и промывают горячим бензином. Воск растворяется в бензине и поступает в испарители, где острый пар отделяет воск от бензина. Только в машиностроении (литье по выплавляемым моделям) 200 т торфяного воска дает более 70 000 руб. экономии. Из каждой тонны торфяной крошки получают около 60 кг торфовоска. Но торф, из которого «вытащили» воск, не пропадает. Из него делают сорбенты, а из той крошки, что отсеялась вначале, готовят торфощелочной реагент. Этот порошок коричневого цвета добавляют в глинистый раствор при бурении нефтяных и газовых скважин, что позволяет бурить с большей скоростью. А добавка торфощелочного реагента при обжиге цемента повышает на 5% производительность цементных печей. Это 1,5 млн. руб. экономии. Торфяная пыль и крошка менее 0,5 мм тоже идут в дело. Белорусские ученые совместно с инженерами орехово-зுவского завода «Карболит» придумали, как из этой части отсева делать пластмассу для бытовых электроприборов, телефонных аппаратов, технической посуды и пр. До 40% полимеров и красителей можно в готовом изделии заменить этой торфяной мукой. Технология изготовления торфяного наполнителя проста: двухчасовая термическая обработка, измельчение и просеивание. Изделия из торфяной пластмассы легко извлекаются из формы. Раньше пресс-формы приходилось смазывать дорогой и дефицитной стеариновой кислотой. И здесь экономия — число с шестью нулями. А этот экспонат маленького лабораторного музея — подарок шоферам, трактористам, ремонтникам — всем, кто имеет дело с механизмами и металлом. В аэрозольных баллончиках средство для отмывания рук. Приятный запах, заживает мелкие ранки.

Многолик и сам торфяной воск. От сырого, темно-коричневого для литейных моделей до янтарно-желтого рафинированного для пищевиков и фармакологов. Не-

даром Выставка достижений народного хозяйства СССР присудила этому воску и другим продуктам из торфа одну золотую, три серебряные и четыре бронзовые медали.

Рациональное использование природного сырья не только приводит к получению ряда полезных продуктов. Иногда комплексное и умелое использование всех превращений сырья делает возможным создание принципиально новых материалов и одновременно даже... сокращает нерациональные перевозки. Пример тому — опять же комплексное использование торфа в качестве сырья.

День и ночь идут на северо-восток тяжеловесные эшелоны, груженные техникой, стройматериалами, сотнями тысяч тонн стройматериалов, в которых так остро нуждается нефтеносный регион. По капризу природы он обделен основными видами минерального сырья, пригодного для строительных нужд. Так, например, глины здесь в основном низкосортные. Поэтому ни кондиционного кирпича, ни гранул керамзита — основного заполнителя легких бетонов — здесь не получишь. Еще хуже обстоит дело с традиционным компонентом для приготовления обычных тяжелых бетонов — гравием, получаемым дроблением горных пород. Доставляют его издалека. Транспортные издержки велики.

В лаборатории изоляционных материалов тюменского СИБНИИГАЗСТРОЯ можно видеть образцы полукруглых скорлуп и сегментов, отличающихся на редкость эффективными теплоизоляционными свойствами и, что не менее привлекательно, почти невесомых. Нужда в этих изделиях огромна. Тюменская нефть обладает малоприятным свойством — становится слишком вязкой при пониженных температурах. Поэтому перед перекачкой ее приходится подогревать, а чтобы она остывала как можно медленнее, защищать трубопроводы слоем теплоизоляционного материала.

Газопроводы, наоборот, заметно снижают пропускную способность в короткое, но жаркое северное лето. Природный газ под воздействием лучей солнца как бы разжижается, вынуждая компрессорные станции трудиться с меньшей отдачей. Теплоизоляционные покрытия здесь выполняют роль термоса, надежно сохраняющего начальную температуру продукта.

Одним словом, вести трассу без теплоизоляционных

покрытий бессмысленно. Вот почему тянутся эшелоны с Украины (пенополиуретан), Южного Урала (челябинская минеральная вата) и даже из очень удаленной Армении (перлит).

А ведь столь необходимое сырье есть на месте. Это торф. В роли превосходного теплоизолятора он был известен издавна. Недавно реставрировали церковь, построенную в Петербурге в первой половине XVIII века. Когда рабочие стали обследовать купол, они обнаружили, что он снизу доверху засыпан сфагновым, или, по-иному, верховым, торфом. Видно, не зря старожилы, пережившие суровую ленинградскую блокаду, хорошо запомнили, как церковь хранила остатки летнего тепла даже в самые лютые морозы.

Применяли торф в качестве теплоизоляционной закладки каркасных стен и потолков. Но дальнейшего развития этот почин так и не получил. Во-первых, торфяная крошка излишне «гостеприимна» по отношению к злейшему врагу древесины — домовому грибку. Во-вторых, жадно впитывает влагу. Сама при этом тяжелеет, утрачивая теплоизоляционные свойства. Наконец, слишком сухой торф пожароопасен.

И хотя все эти пороки вроде бы удалось обойти и наладить производство торфяных изоплит для жилого и промышленного строительства, но на сей раз камнем преткновения стало само производство. Ему сопутствовали очень вредные фенольные воды, содержащие фтористые соединения.

И тогда торф как теплоизоляционный материал сдал позиции. И все-таки выход из создавшегося тупика отыскался — была создана технология получения гранул из торфа [6].

Именно из гранул в лаборатории тюменских ученых были получены теплоизоляционные изделия для трубопроводов. Гранула теперь полностью освобождена от всех пороков, присущих обычному торфу. Более того, наделена рядом ценных приобретенных свойств: огнестойкость, малый удельный вес, стойкость к домовому грибку. И, что самое важное, не связана ни с какими вредностями при своем изготовлении. Это принципиально отличный «сухой» способ производства. Не вдаваясь в тонкости, отметим только, что получают новый строительный элемент в грануляторах из весьма сложной по составу шихты: обязательная торфяная крошка, жид-

кое стекло, зола теплоэлектростанций, бросовые отходы промышленности.

Если бы речь шла только о теплоизоляционных изделиях, считать торф строительным материалом было бы явным преувеличением. Но появление гранул заставило совсем по-иному осмыслить традиционные понятия в производстве строительных материалов.

Вот, например, самый распространенный пористый заполнитель современных легких бетонов — керамзит. Основное сырье для его получения — особые сорта глин, способные мгновенно вспучиваться при тепловом ударе. Как уже отмечалось, именно в Тюменской области на них острейший дефицит. Что тут предпринять?

Ученые новосибирского СИБЗНИИЭПА предлагают добавить к шихте тонкоизмельченный порошок обыкновенной глины. Во вращающейся печи органическая начинка из торфа быстро выгорает, способствуя еще существенной экономии топлива, а глиняный порошок оплавляется, закрывая поверхностные поры. Получаются легкие шарики, лишь незначительно уступающие керамзиту в прочности, но зато превосходящие его по теплоизоляционным свойствам. Назван новый материал вакулитом. Железобетонные изделия на его основе обрели не свойственную для этого материала легковесность.

Мы, сами того не сознавая, селимся в домах-крепостях, прочность и толщина стен которых многократно завышены. Легкие, прочные, изящные панели из вакулитобетона позволят отказаться от рытья котлованов под фундаменты и от мощных грузоподъемных кранов. Особенные выгоды сулит применение вакулита в сельском строительстве для малоэтажных сооружений.

Еще более заманчивой представляется своего рода гибрид гранул вакулита с пластмассами. Это разработка сотрудников Института химической физики АН СССР. Союз торфа и пластмассы способен удивить даже скептиков. Хотя бы пятикратным скачком прочности. И полным неприятием влаги. При этом расход полиэтилена составляет всего-навсего 3—5% от общей массы гранул. А получается отличный материал для строительства плотин, дамб и прочих гидротехнических сооружений. [7].

На строящемся Томском нефтехимическом комбинате завершается сооружение первой в мире промышленной установки по изготовлению подобных материалов.

До сих пор не утихает спор между сторонниками сборного и монолитного железобетона. Первые доказывают экономичность и удобство заводского изготовления строительных элементов с последующей сборкой здания на месте.

Зато монолитный бетон несравненно выразительней, если требуется многообразие архитектурных форм, — резонно возражают вторые. Скоро они приобретут еще один веский довод в пользу монолитного бетона.

Дело в том, что нынешние строительные объекты прочно «привязаны» к бетонному заводу. Спустя весьма непродолжительное время после отгрузки в самосвалы бетонная масса начинает затвердевать. Или, говоря профессиональным языком, схватываться. И тем самым становится непригодной для использования.

Как показали исследования ученых НИИГидропроекта им. С. Я. Жука, схватывание разжиженного цемента можно отсрочить на очень длительный период, если к раствору прибавить... сахар или патоку. Но сахар и патоку лучше оставить пищевой промышленности. И все же не менее эффективный, но несравненно более дешевый пластификатор отыскался. И такой, что можно получать в неограниченных количествах именно на Тюменщине. Это один из многих продуктов все того же пиролиза торфа.

Доставленная по трубопроводу бетонная масса позволит экономно и без излишней спешки возвести в любом месте задуманное сооружение.

Итак, пока еще непривычное сочетание из бетонного завода и цеха пиролиза в недалеком будущем преобразит облик не только Тюменской области, но и всего Северо-Востока нашей страны, включая Камчатку, также обладающую богатыми торфяными залежами. А сейчас следует еще раз вернуться к чрезвычайно перспективным полимерным продуктам. И на этот раз извлеченным не из природного газа или нефти, а все из того же термообработанного торфа.

Не исключено, что еще в нынешнем столетии отдельные комнаты, а может и целые квартиры будут изготавливать методом... штамповки порошков из так называемых синтактиков. Под этим термином скрываются композиты, включающие, с одной стороны, едва ли не важнейший продукт пиролиза торфа — фенольные смолы, а с другой — некое чужеродное торфу вещество, всту-

пающее тем не менее с ним в тесную физико-химическую связь. Хотя бы цемент. Сложный химический конгломерат может объединять целую гамму компонентов, каждый из которых вносит свою долю полезных свойств.

Образцы таких порошков уже существуют и внедряются в народное хозяйство сотрудниками институтов Гипротюменьнефтегаз и СИБНИИГАЗСТРОЙ. В настоящее время усилия тюменских исследователей направлены на включение в синтактики различных промышленных отходов, включая фенольные воды, из-за которых в свое время пришлось законсервировать производство торфяных изоплит.

Другая разновидность синтактиков — торфопенопласты, окажет неоценимую помощь строителям автодорог. Многие грунты имеют неприятную склонность вспучиваться по весне, а с наступлением холодов садиться. Виновники ухабов вовсе не мастера-дорожники. Мороз и влага. Это под их воздействием даже идеальное шоссе-полотно «вздыхает» с наступлением межсезонья, требуя дорогостоящего ремонта.

С помощью же торфопенопластов эту неприятность легко ликвидировать. Заложенные в основание дороги, они благодаря своим прекрасным теплоизолирующим свойствам надежно предохраняют почву от промерзания. И заодно от проникновения влаги, так как обеспечивают хорошую гидроизоляцию.

С помощью синтактиков удастся быстро и гарантированно защитить прямо на поле бурты овощей от ранних заморозков и осадков. Работники кирпичных заводов смогут заготовить на всю зиму конуса свежей глины, не опасаясь ее промерзания. Гидромелиораторы надежно защитят от оплывания и разрушений откосы ирригационных каналов. И т. д. и т. п.

Комплексная безотходная переработка торфа, получение из него гаммы строительных материалов послужат основой для улучшения и нормализации перевозок. Недалек тот день, когда грузооборот Тюменской области, включая значительную часть Западной Сибири, претерпит существенные изменения. Эшелоны, груженные эффективными теплоизоляционными и строительными материалами на торфяной основе, двинутся в обратном направлении — с востока на запад и юг.

Л. Родзинский, инженер

ДРЕВЕСИНА ЗАДАННОГО КАЧЕСТВА НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЛАНТАЦИЯХ

Экономически оптимальное, комплексное и экологически чистое использование древесины можно осуществить на самых разных стадиях переработки и даже выращивания леса. Возможны такие полезные мероприятия, как полное использование лесосечных остатков, применение передовых методов разделки леса. Но возможны коренные изменения в самой технологии выращивания леса и подготовки «живого» леса к последующей рациональной переработке. Наконец, ряд мер по долговременному сохранению изделий из дерева, т. е. уменьшение отходов древесины в процессе эксплуатации этих изделий.

Такой может быть в самом общем плане стратегия рационального использования ценнейшего ресурса — древесины. Теперь подробнее.

Мы заготавливаем ежегодно около 400 млн. м³ деловой древесины. Деловой — это значит без ветвей, сучьев и даже без вершин. Все это, как правило, остается на лесосеках и деловой древесиной не называется, хотя можно из этих остатков делать витаминную муку, целлюлозу, древесностружечные плиты, брикеты топлива, древесную муку и многое другое. Так почему же не используют эти «отходы», коврами устилающие отработанные лесосеки. Дело в том, что в этих коврах все перемешано: кора, сучья, хвойные иглы, листья, ветки, щепки и опилки. Но, скажем, комбикормовой промышленности для производства витаминной муки нужна хвоя в чистом виде; целлюлозно-бумажной — щепа тоже в чистом виде, так называемая технологическая; фармакологи взяли бы листья, кору и хвою, но по отдельности. Смесь не нужна никому. И почти вся пропадает. Одной только древесной зелени, потребность в которой почти неограниченна, гибнет ежегодно почти 20 млн. т.

До недавнего времени, чтобы получить кондиционную зелень, приходилось чуть ли не каждую ветку обрабатывать вручную, а серийно выпускаемые механические отделители барабанного типа, даже самые совершенные, выдавали зеленую массу с примесью кусков древесины толщиной в 10 мм и больше. Вручную можно приготовить не больше 25—30 кг древесной зелени в час. Миллиард человеко-часов на сортировку остав-

шейся за год древесной массы и зелени — это нереально. Поэтому из года в год заготавливали небольшое количество древесной массы.

Итак, чтобы работать рационально, нужно все лесосечные отходы изрубить и рассортировать.

...Порыв ветра поднял с лесной просеки желтые листья, опавшую хвою, ворох сухих ветвей. Покрутил в воздухе и снова бросил на землю. Поднял ветер всю эту мелочь с одного места, а приземлилась она по-разному. Дальше улетели те, что полегче. Удивляться тут нечему. На этом принципе работали старинные веялки, работают современные зерноочистительные машины и пневматические сепараторы. А вот в лесной промышленности этот простой способ до недавнего времени никто не применял. До тех пор, пока заслуженный лесовод Латвийской ССР, доктор технических наук И. Иевинь, инженеры Ю. Кевиньш, В. Гейне, У. Галванс и другие сотрудники НИИ лесохозяйственных проблем НПО «Силава» не сконструировали пневматическое устройство для сортировки остающихся на лесосеках веток и вершин. Отходы по своим аэродинамическим качествам сильно отличаются друг от друга: отдельные листья, отрезки веток с листьями, отдельные хвойные иглы и веточки елей и сосен, голые отрезки веток, кора, мох, щепка, куски щепок с корой и прочая мелочь. И все это разных размеров и разных диаметров. Одни сухие, другие влажные. Словом, все группы отходов различны. А когда стали их в лаборатории запускать в пневматическое устройство — сложностей еще прибавилось. Даже одинаковые еловые отрезки веток одного диаметра «летали» весьма своенравно. Совсем коротенькие летели со скоростью около 5 м в секунду, а длиной от 10 до 20 мм почему-то быстрее: пролетали за секунду уже 6 м. Чтобы понять, что происходит, пришлось снять «кинофильм» об этих летающих отрезках. Оказалось, что отрезки веточек длиной до 2 см располагаются в воздушном потоке вертикально и тут скорость полета быстро возрастает пропорционально длине. При дальнейшем же увеличении длины веточки разворачиваются поперек потока и скорость уже почти не зависит от их длины.

Когда определили характеры всех «летающих», решили измельченные отходы лесозаготовок делить на две группы. В одну кондиционную группу собирать те, ко-

торые могут без дополнительной переработки служить сырьем для производства хвойно-витаминной муки, хлорофилло-каротиновой пасты, эфирного масла и др. Это хвоя, листья, молодые побеги, мох, кусочки коры. Во вторую группу — куски древесины, одревесневшие части побегов, куски неохвоенных веток, щепы и прочие древесные части, непригодные для использования в названных выше лесохимических производствах.

Пневматическое устройство латвийских изобретателей, измельчающее и сортирующее на две группы все лесосечные отходы диаметром до 50 мм, уже выпускается нашей промышленностью серийно. Если каждый леспромхоз обзаведется десятком таких машин, из леса можно будет ежегодно извлекать дополнительной продукции на десятки миллионов рублей. [8].

Но что делать со второй группой отходов, образующихся в результате пневматической сортировки? Обидно, что ее, содержащую большое количество технологической щепы, той самой, что идет на производство бумаги, приходится пускать на топливо. Сейчас латвийские специалисты работают над созданием пневматического сортировщика, который будет из второй группы отходов добывать технологическую щепу. Когда появятся такие машины, можно будет еще полнее использовать ресурсы леса, а стало быть, и уменьшить вырубку.

Но мы не обратили внимания еще на одну категорию отходов древесины. Это опилки.

За пятилетку будет заготовлено 400 млн. м³ древесины и 2% (это подсчитано специалистами) — это опилки. Миллионы взрослых деревьев за пять лет пойдут в опилки из-за традиционной валки и раскряжевки. Сколько лет нужно, чтобы вырастить такой лес? И еще один вред приносит обычная технология: часто раскряжевку делают на лесосплавных рейдах и тогда опилки засоряют реки. А пилы, которые ломаются, заклиненные в стволе, и простои от этого (пятая часть рабочего времени валочных машин)? А энергия, 50% которой уходит на выбрасывание опилок из зоны реза?

Первая попытка срезать деревья без опилок и стружек была сделана еще в 1937 г. в США. Устройство, похожее на ножницы, не имело успеха. Но идея продолжала занимать специалистов. Два года спустя советский инженер М. И. Андреев провел серьезные исследования в этой области и пришел к выводу, что надо

резать ножами в виде клиньев, вдавливая их в ствол с одной или одновременно с двух сторон. Были досконально изучены свойства клиновидных ножей и наконец создана первая советская валочная машина, работающая без опилок.

Она работала быстрее любой пилы и тратила гораздо меньше энергии. Но экономического выигрыша не давала. Ножи, вгрызаясь в дерево, так терзали его, что трещины поднимались вверх по стволу на метр и больше. Срез получался рваным, особенно на выходе из ствола. Дело в том, что из условий устойчивости пришлось сделать ножи толщиной в 2 см. Толстые ножи деформировали и разрушали волокна древесины в продольном направлении. Если раньше в отходы шли опилки, то теперь куски дерева, причем из самой ценной нижней (комлевой) его части. Итак, вместо прибылей в конечном счете более крупные убытки.

Примерно на этой стадии и вмешались в дело сотрудники из ЦНИИ механизации и энергетики лесного хозяйства А. А. Антсон, В. В. Овчинников и Н. П. Рушнов. Они придумали, как резать тонкими ножами. Ножи сделали немного толще пильного полотна, а за ними пустили массивные клинья-упоры. Ножи опирались на кончики клиньев, а те шли за ними по готовой щели и не портили древесину. Усилие резания уменьшилось в три раза. Срез получался чистым. Идея вышла из тупика.

Тогда В. В. Овчинников задумал создать машину для силового безопилочного резания при раскряжевке стволов. Здесь тонкие ножи сулили еще больший экономический эффект. Ведь при валке дерево режут один, а при разделке несколько раз. В новой машине работал не плоский нож, а диск. За один оборот он разрезал ствол толщиной в 50 см, а срез ничем не отличался от пиленого. Теперь можно в раскряжевочных цехах целлюлозно-бумажных комбинатов и на деревообрабатывающих заводах не устанавливать громоздкие циклоны для сбора опилок. Не нужен и транспорт для их вывозки. Опилки нет. Нет и древесной пыли, а стало быть, не нужна мощная вентиляция, не нужны дорогие фильтры. Изобретатель продолжает совершенствовать свой дисковый нож. Ему присуждают вторую премию на Всесоюзном конкурсе по механизации лесной промышленности.

«Приступить к реализации целевой комплексной программы по созданию в Европейско-Уральской зоне СССР постоянной лесосырьевой базы для целлюлозно-бумажной промышленности за счет выращивания леса на специальных плантациях» — так записано в Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года.

Что означают эти строки, в чем их глубинный смысл?

На заре своего существования человек был «собира-телем» — просто пользовался дарами природы. Лишь применял для сбора и для обработки собранного примитивные орудия. Нескоро человечество перешло к земледелию и скотоводству: стало выращивать то, что собирало, а не только потреблять даровой продукт. Но принцип «собираательства» в основном сохранился в лесном деле, какими бы машинами оно ни было оснащено: пусть даже пытаются трелевать стволы с лесосек дирижаблями. Но сути это никак не меняет: лесное дело все равно — сбор дикорастущего продукта. Почти всю древесину мы получаем из лесов естественного происхождения, т. е. собираем дары природы.

Что ж, такой подход был, а в некоторых районах страны и остается экономически выгодным. Но вот уже экономика дает тревожные сигналы. Целлюлозно-бумажные комбинаты, крупные деревообрабатывающие предприятия, построенные не так уж давно в местах, где древесного сырья было достаточно, испытывают в нем недостаток, особенно в европейской части страны. Пришлось лес возить издалека. Кстати, не вывезенная вовремя древесина быстро теряет свои качества.

И экологи все настойчивее обращают внимание: леса — важный средообразующий фактор. В условиях тайги лето короткое, деревья растут медленно, запасы древесины на гектар здесь невелики. Поэтому, чтобы собрать нужное количество ее, приходится вырубать леса на большой площади, равной примерно 2 млн. га в год.

Но древесина нужна, и во всевозрастающем количестве. Необходимы качественные сдвиги в лесном деле. Пусть даже первые результаты скажутся через несколько десятилетий.

Суть новой идеи: наладить производство древесного сырья заданного качества (!) на специальных планта-

циях, делать это вблизи от потребляющих древесину центров (в качестве их «зеленых цехов») и быстрее, чем в обычных лесах. Быстрее выращивая деревья лучших селекционных категорий, интенсивно используя удобрения, концентрируя работы на достаточно плодородных почвах, эффективно применяя мелиорацию, полностью механизировав и даже частично автоматизировав рабочие процессы. Речь идет о новой системе выращивания леса. Чтобы ее осуществить, потребуется создать специальные плантационные лесные предприятия — ПЛП промышленного хозрасчетного типа. Выращивая лес на их сравнительно небольшой площади, можно будет увеличить площади лесов непрямоленного назначения — рекреационных, экологических, защитных.

Так вот, именно такое предприятие (ПЛП) проектируется и начнет создаваться в нынешней пятилетке, чтобы снабжать сырьем Балахнинский целлюлозно-бумажный комбинат. И разместится оно в нескольких десятках километров от комбината — на базе нынешнего Ковернинского лесхоза.

Ученые из Ленинградского научно-исследовательского института лесного хозяйства (ЛенНИИЛХ), который возглавляет проектирование, и их коллеги в Белорусском НИИ лесного хозяйства и в Украинском НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации верят в успех. Их убежденность основана не только на результатах многолетних экспериментов, она основана на стабильности социалистического хозяйства, на важности и благородстве цели.

Перед нами, пока воображаемый, плантационный лес. Горожанину он наверное покажется скучным: строгие монотонные ряды деревьев. Зато замечательны прогнозируемые показатели: средний прирост хвойной древесины на 1 гектар в год — 8—10 м³ (в естественных лесах этого региона — 2—3 м³), оборот рубки — 50—60 лет (вместо 80—120). Прибавим сюда прямую вывозку продукции потребителю автотранспортом (вместо нескольких перевалок), высокую степень однородности продукции, концентрацию всех видов работ на сравнительно небольшой территории.

И еще одно важное преимущество. Если в обычном лесхозе работу привязывают к имеющимся лесным участкам, принимая их такими, как они есть, то на ПЛП

лесной фонд создается таким, каким ему надлежит быть. Всю площадь делят на годовичные сектора — по числу лет, равному обороту рубки, — и каждый год при стабильных объемах работ на одном секторе снимают урожай древесины, а на другом, таком же по площади, закладывают новую плантацию. Когда снимут урожай в последнем секторе, снова уже пригоден к сбору первый. Причем выращивают на плантации только те породы, древесина которых нужна данному конкретному потребителю.

Главная сложность плантационного дела — долгий срок производства — полвека. Невероятно? Непривычно? А что делать? В естественном лесу этот период вдвое больше. Но там что выросло, то выросло, а ПЛП должно ритмично поставлять продукцию заданного качества.

Конечно, существуют и проблемы. Механизация высокая, без нее не обойтись, сеть дорог повышенной капитальности — лесные «временки». Но вот оказался небуканным на пути посадочной машины какой-то камень. Машина сделала маленький зигзаг. Дерево начало расти чуть в сторонке — значит, в последующем оно чего-то недополучит (удобрений, инсектицидов и прочее) или его сломают, ведь механизмы будут отрегулированы точно на посадочный ряд. Но недочет обнаружится через десятилетия, когда исправить что-либо будет трудно или невозможно. Так что случайности, выходит, главный враг. Все, стало быть, следует основывать на всестороннем предвидении, на максимальной профилактике ошибок.

Другая сложность: особо встает при этом и вопрос кадров. Мало того что они должны быть высококвалифицированными, они должны быть и незаурядно сознательными.

Допустим, чуть-чуть у саженцев подсохли корни — их не отличишь от нормальных. А через год-два обнаруживается, что деревья погибли или растут плохо. Разве все тонкости учесть? Во многом надежда на совесть работника.

Вы не задумывались, почему иные березки растут — растут прямые, а потом ствол вдруг делает необъяснимый изгиб, потом — опять изгиб. Это «самодеятельные» заготовители веников ломают не только боковые ветви, но и верхушечный побег. Вот и растет потом дерево

кривым. Так велика конечная цена совсем, казалось бы, пустякового поначалу ущерба. Конечно, опираться исключительно на совесть индустриальный технологический процесс просто не вправе. Поэтому для плантаций разных возрастов понадобится разработать стандарты, имеющие силу закона.

Получается протяженный во времени конвейер из нескольких объединенных одним технологическим циклом поколений. Тут нужны большие капитальные вложения. С малыми затратами плантаций не создать. Они — не дар природы, а результат труда многих людей, владеющих техникой и иными материальными ресурсами.

Но преимущества зеленого конвейера неоспоримы! С интересующей нас точки зрения здесь есть два важных достоинства. К моменту рубки деревья вырастают почти идеально идентичными по возрасту, высоте, качеству древесины и по другим характеристикам. Это резко снизит обычные лесосечные отходы.

Второе. Оставшиеся отходы легко утилизировать. Ведь здесь можно применять любые стационарные механизмы, полностью автоматизированные, для сбора, сортировки и первичной переработки отходов. Возможно также создание при плантациях постоянных предприятий по глубинной физико-химической утилизации зеленого сырья.

Плантации создаются пока лишь для целлюлозно-бумажной промышленности. Но, разумеется, древесина имеет самый широкий спектр применения. И если мы найдем способы сохранения, продления срока службы готовых изделий из дерева, то тем самым добьемся уменьшения отходов древесины в процессе эксплуатации этих изделий.

Больше половины всей заготовленной древесины мы тратим на ремонт и реставрацию растрескавшихся от солнца, разбухших от воды, изъеденных термитами и жуками-древоточцами, просто сгнивших деревянных конструкций и сооружений.

Гигантской гиперболой возвышается градирня — сооружение для охлаждения отработанной воды теплоэлектроцентрали. Пяти лет не проработал этот деревянный небоскреб, но уже потерял треть своей массы. Вода вымыла из древесины смолистые и минеральные вещества. Еще год-два и придется остановить градирню

на ремонт, потратить тысячи кубометров первосортного леса.

А вот сорокаметровая арка перекрытия соляного склада. Она обязательно должна быть деревянной. Ни железобетон, ни металл не могут устоять перед солевой коррозией. Соль быстро расправляется с защитными покрытиями, а затем и с основными материалами конструкций. Железобетонные опоры разрушаются за четыре года, кровля из асбоцемента — за год. Лишь дерево — естественный полимер — способно долго работать в тяжелых условиях калийного производства. Поэтому из него строят склады и даже технологическое оборудование, например лотки для транспортировки расплавленных солей. Но и дерево не вечно. Соль попадает в поры дерева и кристаллизуется в них. Давление кристаллов в микрополостях материала достигает 100 кг/см^2 . Кристаллы отрывают от дерева слой за слоем. Как и в случаях с бетоном и железом, не спасают дерево ни лаки, ни краски.

В проблемной лаборатории модификации древесины Белорусского технологического института получен полимеробразующий состав для восстановления и консервации древесины. Впервые составы были испытаны для восстановления памятников деревянного зодчества. Под Брестом, в раскопанном городище Берестье, были обнаружены многочисленные постройки, жилые и хозяйственные, а между срубами лежала деревянная мостовая. К сожалению, все это были лишь черные разбухшие трухлявые бревна.

Спасатели приступили к работе. В бревна через каждые 40 м в пяти—десяти точках по периметру, под давлением около 8 атм иглами был впрыснут консервирующий состав. Затем над постройками раскинули воздухопроницаемые шатры, и теплогенераторы погнали под них горячий воздух. Через несколько дней бревна покрылись прочным консервационным слоем толщиной в несколько миллиметров. Под ним образовался тоже достаточно прочный слой. Пустоты наполнились полимером, бревна приняли первоначальную форму. Уникальная операция увенчалась успехом. [9].

Сейчас реставрационные работы закончены. Оказалось, что ученые, «ворвавшись» в XII век, сэкономили государству почти 1,5 млн. руб., которые нужно было бы потратить на реставрацию известными способами.

Новый способ восстановления древесины шагнул далеко за рамки археологии. Консервационным составом пропитали деревянные конструкции градирни и продлили жизнь сооружения, по расчетам, еще на двадцать лет. Арку соляного склада пролетом 40 м и стоимостью 12 000 руб. «омолодили» всего за 1000 руб.

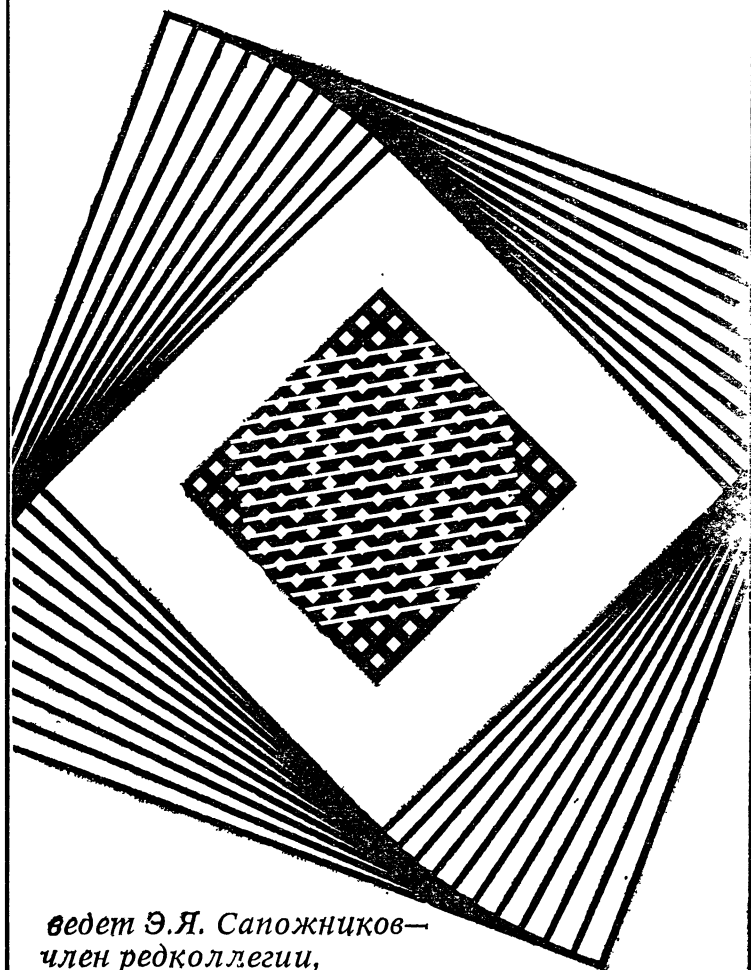
Все, что говорилось, касается построенных деревянных сооружений. Но можно сразу строить из пропитанной древесины, тогда не нужны будут ни ремонт, ни консервация и, главное, экономия древесины будет исчисляться в миллионы кубометров.

Е. Викулина, инженер

ИСТОЧНИКИ

1. А. с. СССР № 670365.
2. А. с. СССР № 900985.
3. А. с. СССР № 428807.
4. А. с. СССР № 637228,
а. с. СССР № 923683.
5. А. с. СССР № 546591,
а. с. СССР № 558887.
6. А. с. СССР № 937413.
7. А. с. СССР № 787394.
8. А. с. СССР № 477838.
9. А. с. СССР № 404620.

РЕДАКЦИОННЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ



ведет Э.Я. Сапожников—
член редколлегии,
заместитель начальника отдела
Госкомизобретений

ИЗОБРЕТЕНИЯ, ПАТЕНТЫ, ЛИЦЕНЗИИ

В Волгоградском политехническом институте предложили **сточные воды производства винилхлорида** применять для нейтрализации нефтепродуктов, содержащихся в других сточных водах. Смешивание отходов, по утверждению изобретателей, — более эффективный и ускоренный способ очистки.

А. с. СССР № 971816

Разработана автоматическая система, утилизирующая нефтяные отходы после мойки танкеров в качестве **топлива** для судовой котельной установки.

А. с. СССР № 839833

Добавив в бетон всего несколько сотых процента **азотсодержащих отходов микробиологического производства**, можно сделать смесь более подвижной при укладке и более прочной после отверждения. Эту технологию предложили изобретатели Новополюцкого политехнического института.

А. с. СССР № 937401

Карбонатная пыль, образующаяся при обработке известняка, доломита, мрамора, и отходы производства нафтенных кислот стали основой шпаклевки, изобретенной в Научно-исследовательском и проектно-конструкторском институте строительных материалов им. С. А. Дадашева.

А. с. СССР № 958375

Хороший бетон можно получить на основе **молотых цинковых отходов** с небольшой добавкой карбоната натрия. Задействовали вредные отходы изобретатели Алма-Атинского научно-исследовательского и проектного института строительных материалов.

А. с. СССР № 958370

Радиационно-химическая очистка отработанной воды при производстве древесностружечных плит, которую предложили ученые Белорусского технологического института им. С. М. Кирова, делает производство полностью безотходным. И осадок, и вода возвращаются обратно в технологический цикл.

А. с. СССР № 954253

Моющих средств для промышленных нужд не хватает. Может быть, дефицит уменьшится после изобретения сотрудников Днепропетровского химико-технологического института им. Ф. Э. Дзержинского, предложивших в качестве их использовать отходы **капролактанового производства**?

А. с. СССР № 956553

Оказывается, **корм из пищевых отходов** станет питательнее и вкуснее, если его **смешать с торфом** и высушить при температуре 400—450° С. Изобретение сделано во Всероссийском научно-исследовательском и проектно-технологическом институте механизации животноводства,

А. с. СССР № 944530

Созданная в Англии установка из 10 т **бытового мусора** делает 4 т нефти. Сырье для превращения в **топливо** измельчают и нагревают под давлением до 350° С в присутствии катализатора. Образующиеся тяжелые углеводороды по энергетическим характеристикам подобны нефти, но вдвое дешевле.

Журнал «Изобретатель и рационализатор» № 1, 1983.

Если золу, образующуюся при сжигании сланцев, **добавлять в известковые удобрения**, то они перестанут слеживаться и смерзаться. Обнаружили это в Калининском политехническом институте.

А. с. СССР № 988797

Лишь в аварийных ситуациях выбрасывается **вредный доменный газ** в атмосферу благодаря разработанной в США системе. Пройдя пылеуловитель, скрубберы и другое оборудование, газ направляется в хранилище — газгольдер, затем он утилизируется. Отделенную пыль загружают обратно в печь.

Патент США № 4315619, 1982 г.

Лицензию на производство машин для **обработки и переработки металлолома** предлагает западногерманская фирма «Heinrich Shaefer Maschinenfabric».

«Бизнес Амэрика», 5 апреля 1982 г.

Американская фирма «General Electric Enoironmental Service Co» предоставила японской фирме «Hitachi Plant Engineering and Construction Co» ноу-хау в области производства больших фильтров для **очистки воздуха**, в основном для тепловых электростанций, работающих на угле.

По сообщению японской компании, 2 марта 1982 г.

В/О «Лицензинторг» предлагает:

Способ очистки сточных вод производства и переработки полимерных материалов с многократным использованием воды, используемый там, где со стоком удаляются мелкодисперсные частицы. Очистка идет **электрокоагуляционным методом**, не требует сложной аппаратуры и больших производственных площадей.

Заявки № 1478266, 1484710, БИ № 25, 1982 г.

Установку для разделения отходов цветных металлов на магнитные и слабомагнитные фракции, отделяющую железо из стружки, железистые, железо-никелевые и другие сплавы на основе меди, никеля, кобальта и т. д. Конструкцию можно использовать при переработке предварительно измельченных отходов радиотехнических, автомобильных и других производств. Она состоит из бункера, вибрационных питателя и грохота, магнитного и электромагнитного сепараторов. Все процессы механизированы. Обслуживает обо-

рудование один человек. Установка широко используется на предприятиях СССР. По лицензии предлагается ноу-хау.

Заявки № 2411513, 2495503, БИ № 34, 1982 г.

Способ очистки нефти и нефтепродуктов от серы и меркаптановых соединений с использованием оригинального катализатора. Вместе с улучшением качества основной продукции после обработки получают мазут, из которого затем можно получить высококачественный дорожный битум.

Заявка № 1728801 и др., всего 12 заявок, БИ № 40, 1982 г.

Технологию переработки твердых фтористых отходов алюминиевого производства, при которой из шлама, пыли и отработанных угольных электродов получают вторичный криолит для основного производства. Стоимость предлагаемой переработки меньше половины затрат на получение первичного криолита. Технология исключает образование сточных вод и вредных выбросов в атмосферу. По лицензии предлагается ноу-хау.

Заявки № 2486865, 2546618, БИ № 10, 1983 г.

Цементное производство — одна из самых энергоемких технологий. Поэтому цементные заводы, как правило, строят вблизи мощной электростанции. Отходы цементного производства — пыль, отходы электростанций — огромное количество золы. В Алма-Атинском научно-исследовательском и проектно-институте строительных материалов придумали, как из пыли и золы делать красные керамические плитки.

А. с. СССР № 638576

Долгое время никто не предлагал повторно использовать выхлопные газы в качестве моторного топлива. Сделать это удалось благодаря оригинальному изобретению. Выхлопные газы дизельного двигателя пропускают через каталитический нейтрализатор, затем превращают в пар, смешивают с воздухом и снова направляют в дизель.

А. с. СССР № 639586

Никель и цинк дороги и дефицитны не только потому, что ограничены их природные запасы, но и потому, что получить эти металлы далеко не просто. Например, никель в природе встречается в виде сульфидной медно-никелевой руды, которую нужно сначала обжигом перевести в окись никеля, полуфабрикат расплавить в дуговой электропечи и только после этого выделить чистый никель восстановлением. С другой стороны, тонны никеля и цинка содержатся в отработанных травильных растворах. Извлечь их оттуда, так сказать, в чистом виде позволяет способ, разработанный в НПО «Энергоцветмет».

А. с. СССР № 580241

Лучший способ транспортировки щепы без потерь в целлюлозном производстве — сжатым воздухом по трубопроводам. Но щепы, задевая друг за друга на поворотах, образует заторы, сводя на нет преимущества пневмотранспорта. Во всесоюзных НПО целлюлозно-

бумажной промышленности в стенки трубопроводов на криволинейных участках встроили **дополнительные воздушные сопла**, закручивающие щепу в потоке так, что она спокойно продвигается вперед по спирали, не устранивая пробок.

А. с. СССР № 640933

Главная проблема промышленности вторичного сырья — его измельчение, даже уже рассортированного по видам. Например, тряпья. Оно настолько разнообразно и непредвидимо, что в нем «запутывается» любая машина. Московские специалисты придумали, как из **разнокалиберного тряпья получать однородную волокнистую массу**. Обрезки, обрывки, клубки ниток, непрерывно свертывают в воде в плотные, как войлок, жгуты и тут же стирают их с торца об крупнозернистые абразивные круги.

А. с. СССР № 643571

Среди производственных отходов есть почти незаметные, однако, приносящие невосполнимый урон народному хозяйству. Это **плодородная почва**, увозимая с полей вместе с неочищенными корнеплодами. **Потери ее можно уменьшить**, если применить в уборочной машине недавно изобретенное устройство. Оно свободно посаженными на рейку кольцами разбивает комья земли, а более твердым корнеплодам вреда не наносит.

А. с. СССР № 631106

Окалина черных металлов, будучи отходом прокатного и термического производств, может еще отлично поработать в металлообрабатывающих цехах, если из нее сделать **абразивную суспензию** для снятия заусенцев с деталей из цветных металлов и сплавов.

А. с. СССР № 621712

В Институте химии АН Узбекистана нашли еще одно применение **хлопковому шроту** (отходам производства хлопкового масла). **Добавленный в бетон**, он повышает его прочность.

А. с. СССР № 649676

Иваново — город текстильщиков, и не удивительно, что именно здесь, в Ивановском текстильном институте, придумали делать **бетон, на четверть состоящий из отходов хлопчатобумажного производства**. Меньше идет песка и щебня, и текстильные предприятия избавляются от отходов.

А. с. СССР № 706362

Полноценный продукт, будь то зерно, песок или удобрения, высыпавшись из щелей кузова автосамосвала на дорогу, тотчас превращается в отходы. Специалисты Московского автомобильного завода им. И. А. Лихачева изобрели **упругие элементы, которые с помощью рычагов устраняют в кузовах любые щели**.

А. с. СССР № 647156

*В. ЗУБКОВ, инженер;
Б. ЭЛЬШАНСКИЙ, инженер-патентовед*

Симпозиум по проблемам безотходной технологии, состоявшийся в Москве (июнь 1983 г.), был организован Комитетом по инженерным аспектам охраны окружающей природной среды Всемирной федерации инженерных организаций (ВФИО). Было подчеркнуто, что главное направление решения проблемы — не переработка отходов, а создание технологических процессов, в которых все или почти все компоненты исходного сырья разумно используются. Наиболее благоприятные возможности для этого складываются в условиях территориально-производственных комплексов. В частности, завод «Азовсталь» ежегодно утилизирует около 2 млн. т шлаков, превращая их в удобрения, гранулы для цементного производства, шлаковую пемзу, щебень, шлаковату. Помимо вновь образующихся, завод уже переработал 1,5 млн. т старых отвалов. Крупнейший в стране Губкинский завод силикатного кирпича и панелей, а также Старооскольский цементный завод ежегодно потребляют свыше 7 млн. т вскрышных пород, поступающих с месторождений Курской магнитной аномалии.

*По материалам газеты
«Социалистическая индустрия»*

На каунасской швейно-галантерейной фабрике «Данга» полностью используются образующиеся отходы, перерабатываются десятки тысяч килограммов мерного и весового лоскута, получаемого от других предприятий. В целом 42% изделий от общего объема товаров народного потребления выпускается из отходов. Это женская и детская одежда, хозяйственные сумки, разнообразные головные уборы, платки, шарфики, галстуки.

Тарный комбинат «Прогресс» производственного объединения «Литрыбпром» изготавливает из отходов основного производства крышки для домашнего консервирования.

Литовское ПО «Нерис» также из отходов изготавливает малогабаритный роторный измельчитель кормов МИКР-1 для измельчения травы, соломы, корнеплодов в условиях личного хозяйства.

Шауляйский телевизионный завод выпускает компактное устройство для зарядки аккумуляторов напряжением 6 и 12 В с автоматическим отключением при полной зарядке. Изготавливается устройство из деталей утилизуемых телевизоров.

Журнал «Коммерческий вестник», № 2, 1983 г.

Утилизации отходов посвящены многие стенды экспозиции ВДНХ СССР «Изобретатели в борьбе за экономию сырья, материалов и топливно-энергетических ресурсов». Использование листового проката в металлургии снижает отходы на 30—40%. Каждая тонна его заменяет 2 т стального и чугунного литья, обеспечивая экономию в эксплуатационных расходах около

300 руб., а в капитальных вложениях — более 750 руб.

Способ переработки жидких и твердых хлоридных отходов титано-магниевого производства снижает количество отходов, вывозимых на свалку, уменьшая таким образом засоленность почвы и водоемов на 20 тыс. т топлива в год. При этом утилизируется значительное количество отходов для изготовления дополнительной товарной продукции. Годовой экономический эффект 200—300 тыс. руб.

Импульсная обработка металлов дает возможность использовать недефицитные и дешевые взрывчатые вещества, исключает отходы металла или сводит их к минимуму, значительно уменьшает загазованность производственных помещений. Экономия металла — 5 тыс. т в год. Общий экономический эффект — 500 тыс. руб. Технология внедрена на металлургическом заводе «Красный Октябрь» (г. Волгоград) и других предприятиях.

Автоматизированная линия для изготовления кольцевых изделий из прутка обеспечивает безотходное производство поковки при малых затратах мощности, резко сокращает объем механической обработки, полностью автоматизирует производственный процесс, значительно уменьшает расход металла (на 1,3 тыс. т). Годовой экономический эффект — более 200 тыс. руб. Линия внедрена на Горьковском автозаводе.

Резцовая барабанная рубильная машина МРБ-04, предназначенная для переработки на технологическую щепу отходов раскряжевки древесины, позволяет увеличить ежегодную выработку щепы на 3 тыс. м³ с экономическим эффектом в 3 тыс. руб. на одну машину.

При утилизации отходов лимоннокислого производства получают связующее вещество для формовочных и стержневых смесей, бетона, строительных растворов, пористых материалов.

Устройство для обеспыливания таблеток улавливает распыляемый в процессе производства лекарственный порошок. Годовой экономический эффект — более 5 тыс. руб. на одно устройство.

Метод экстракции антибиотиков с применением ПАВ нового типа в производстве пенициллина повышает выход продукции на 9%, снижает расход сырья и материалов на 18%. Годовой экономический эффект — 0,5 млн. руб.

*По материалам выставки «Изобретатели
в борьбе за экономию сырья,
материалов и топливно-энергетических ресурсов»,
ВДНХ СССР, 1982 г.*

С. ЗИГУНЕНКО,
инженер

МОЗАИКА ДЛЯ ЛЕКТОРА

Добыча полезных ископаемых в мире удваивается каждые 15 лет, а в нашей стране — 8—10 лет. Минеральное сырье составляет 70% от стоимости всех природных ресурсов, используемых обществом.

За последние 30 лет добыча и переработка минерального сырья в мире достигла колоссальных размеров. Так, например, из всего объема добытого за последние 100 лет природного газа половина приходится на последние 10 лет, нефти — 14 лет, угля — 33 года, железа — 18 лет, меди — 19 лет. В перспективном периоде горнодобывающая промышленность страны будет развиваться еще более высокими темпами.

Ежегодно в отвалы поступает свыше 2000 млн. м³ различных пород вскрыши и отходов обогащения. В стране нарушено горными работами земельных угодий около 2 млн. га. Затраты на поддержание хвостохранилищ составляют 30—60 коп. на 1 м³ и достигают 10% от общих капитальных затрат на строительство горнорудных предприятий.

К концу XX в. потребление каменного угля в качестве топлива возрастет на 600 млн. т в год, или на 50%, и если не будут приняты меры к снижению выброса серы в атмосферу, то ее поступление в окружающую среду увеличится на одну треть.

Снижение расходов лесоматериалов на 1% в целом по народному хозяйству сберегает около 3 млн. м³ деловой древесины, 1 млн. м³ пиломатериалов, годовой труд не менее 30 тыс. работников.

Из одного кубометра древесины при рациональной технологии можно получить 200 кг целлюлозы, из них 160 кг вискозы, из них — 1500 м ткани.

Из 65 млн. т черных металлов, потребляемых в машиностроительных отраслях Советского Союза, отходы в виде стружки, опилок, угара составляют около 15 млн. т. Для выплавки такого количества металла необходимо от 18 до 24 млн. т железной руды, угля, флюсов.

Особого внимания заслуживают резервы эффективности производства в добывающих отраслях промышленности. Ведь сегодня потери при добыче угля достигают 21%, в нефтедобыче — 40—45%, при извлечении железной руды — 13—14%.

На многих предприятиях химической промышленности СССР утилизируется только 40% ценного вторичного сырья, а при обогащении углей — всего лишь около 1%. Между тем на предприятиях этих отраслей, используя отходы производства, можно получить значительную прибыль — до 20% общей прибыли.

Значительные экономические и экологические выгоды кроются в уменьшении энергоемкости самых энергоемких (целлюлозно-бумажная промышленность, цветная металлургия, энергетика, сталелитейная промышленность, производство пластических масс) отраслей. Один из путей уменьшения расхода энергии в этих производствах — утилизация отходов. Например, широкое использование металлолома на предприятиях черной металлургии позволяет значительно снизить затраты энергии, а применение в качестве сырья бумажной макулатуры почти на 60% уменьшает энергетические расходы целлюлозно-бумажных предприятий.

Ухудшение качества обрабатываемой земли — в значительной степени результат попадания на почву твердых отходов промышленного производства. Только в Чехословакии на 1 га земельной площади приходится сейчас почти 4 т твердых отходов при их общем количестве около 30 млн. т (в том числе 15 млн. т промышленных отходов, 13 млн. т энергетических и более 2 млн. т отходов коммунального хозяйства).

За последние 10 лет в США было переработано 20 млн. т твердых отходов для получения полезных материалов, а 10 млн. т было сожжено для получения энергии. В целом это составляет лишь 2% общего количества твердых отходов в стране (1,4 млрд. т).

Современные очистные сооружения — один из самых капиталоемких участков на промышленных предприятиях. Их стоимость по-рою достигает 40% стоимости основных производственных фондов.

В прошлом десятилетии годовой объем сточных вод в мире превышал 450 км³. Для их обезвреживания затрачивалось около 6 тыс. км³ свежей воды, а это примерно 40% всех мировых ресурсов годового стока рек.

Б. ЗУБКОВ,
инженер

ТЕХНИКА

Медь из шлака. Эффективную технологию утилизации шлаков медеплавильного производства разработали специалисты софийского института «Нипроруда». Технология предусматривает извлечение медного концентрата, оставшегося в шлаке, путем повторной флотации и постепенную магнитную сепарацию с целью получения продуктов для сталеплавильной и цементной промышленности. Таким путем извлекается до 85% содержащейся в шлаках меди.

София (ТАСС), 6 февраля 1982 г.

Кора для клея. В университете штата Джорджия (США) разработана технология производства клея, при которой скорлупа земляных орехов заменяет фенол и экономится от 20 до 80% фенола. Предназначается клей для склеивания дерева и пластмасс, наклейки тормозных колодок и т. п. Для изготовления клея таким методом можно использовать и древесную кору.

«Ньюсуик» (США), т. 97, № 4, 1981 г.

Доменная печь — электростанция. Фирма «Вокснанс крафт» строит тепловую электростанцию мощностью 10 МВт, которая будет работать на избыточном доменном газе. Рядом со строящейся электростанцией работает доменная печь производительностью 270 000 т чугуна в год. Доменный газ используют там для предварительного нагрева вдуваемого воздуха, излишек, первоначально сжигавшийся, предполагают использовать для приведения в действие паровой турбины с электрогенератором. Отработавший в турбине пар намечается пропускать через теплообменник для получения горячей воды, которая будет использоваться для нагрева обжига доменной печи.

*Шведское международное пресс-бюро,
11 июля 1980 г.*

Серебро и золото из отработавшей футеровки. При ремонте печей, конверторов и другого оборудования на медеплавильных предприятиях выбрасывают большое количество отработавшей огнеупорной футеровки, в которой содержится в среднем 5% меди, а также серебро и золото. Болгарские инженеры разработали метод извлечения из огнеупорной футеровки 90—93% этих металлов и позволяющий получать из 1000 т футеровки 4500 кг меди, 91 кг серебра и 4 кг золота.

София (БТА), 5 марта 1982 г.

Утилизация тепла. Японская фирма «Кавасаки стил» использует отработавшие печные газы для подогрева газообразного топлива, подаваемого в нагревательную печь. Сейчас для нагрева тонны стального проката затрачивается 300 000 ккал, а благодаря предварительному подогреву газообразного топлива наряду с подогревом воздуха затраты энергии сократятся на 7000—9000 ккал. Газ, выходящий из нагревательной печи, имеет температуру 700—

ЗА РУБЕЖОМ

750°С. Теплообмен с воздухом, подаваемым в печь, снизит температуру отработанных газов до 350°С и повысит температуру подаваемого в печь воздуха до 600—650°С. Остаточное тепло этих газов пойдет на подогрев газообразного топлива до 280°С.

*«Айрон энд стил Енжинер» (США),
т. 59, № 5, 1982 г.*

Бетон из шлака. Японские инженеры предложили использовать образующийся при сгорании каменного угля шлак для производства бетона. В такой «шлаковый бетон» входит 70% шлака, а также цемент и гипс. К 1990 г. на японских тепловых электростанциях будет ежегодно сжигаться 69 млн. т угля и образовываться не менее 13 млн. т шлака,

Токио (ТАСС), 11 февраля 1981 г.

УНС. Япония, покрывающая за счет импорта 99,8% потребности в нефти, намерена начать в 1984 г. использование на тепловых электростанциях угольно-нефтяной смеси (УНС). Это мероприятие приведет к резкому уменьшению зависимости энергетики Японии от нефти, доля которой в энергетическом балансе страны сейчас составляет 75%. Тонна УНС будет содержать примерно 0,5 т нефти и 0,5 т порошкообразного угля с диаметром частиц менее 0,1 мм. Тонна УНС обеспечит выработку 3953 кВт·ч электроэнергии, тогда как тонна каменного угля дает 3038 кВт·ч, а тонна нефти — 4790 кВт·ч электроэнергии. Секрет получения УНС заключается в использовании специальной добавки, получаемой из нефти. При введении этой добавки в количестве 0,1% смесь порошкообразного угля с нефтью сохраняется в гомогенном состоянии в течение месяца. УНС, видимо, будет использоваться для замены нефти до тех пор, пока электроэнергетика не перейдет на использование атомной или других источников энергии, например, геотермальной и солнечной энергии, энергии морских волн и т. п.

Токио (АП), 5 января 1982 г.

Бездымная печь. Норвежская фирма «Иотул» разработала дровяную печь, в которой обеспечивается полное сгорание дров и устраняется дым без применения каталитических конверторов. Благодаря эффективной теплоизоляции печи и теплообменнику, расположенному внутри нее, КПД печи достигает 70%.

Печь состоит из двух камер. Из основной камеры, в которой дрова горят, как обычно, горячие газы поднимаются во вторую камеру и, проходя мимо теплообменника, нагревают находящийся в нем воздух. Воздух через отверстия в стенках поступает во вторую камеру и обеспечивает сгорание частиц дыма, поднимающихся с горячими газами.

«Популяр сайенс» (США), т. 221, № 1, 1983 г.

А. КРАСНОВСКИЙ

МАНОХИН Анатолий Иванович — член-корреспондент АН СССР, директор института металлургии им. Байкова, профессор, лауреат Ленинской премии, создатель многих промышленных технологий.

Рецензент: **Силин А. И.** — доктор технических наук.

Б 39 Безотходная технология. — М.: Знание, 1983. — 64 с. — (Новое в жизни, науке, технике. Сер. «Техника»; № 11).
11 к.

В сборнике речь пойдет о принципиально новых технологиях, в которых резко сокращены, а зачастую совсем отсутствуют отходы; об утилизации отходов непосредственно в технологическом потоке; о более полном использовании сырья в металлургии, нефтехимии. Читатель познакомится с проектами предприятий с безотходной технологией, с опытом передовых коллективов в данной области. В приложениях — зарубежная информация, интересные цифры и факты.

Брошюра рассчитана на лекторов и пропагандистов, слушателей народных университетов, на всех, кто интересуется научно-техническим прогрессом,

2101000000

ББК 30.69
6

БЕЗОТХОДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Гл. отраслевой редактор **Л. А. ЕРЛЫКИН**

Редактор **Г. И. ФЛИОРЕНТ**

Мл. редактор **Н. А. СЕРГЕЕВА**

Обложка художника **Э. К. ИППОЛИТОВОЙ**

Худож. редактор **Т. С. ЕГОРОВА**

Техн. редактор **С. А. ПТИЦЫНА**

Корректор **В. Е. КАЛИНИНА**

ИБ № 5452

Сдано в набор 30.08.83. Подписано к печати 27.10.83. Т 14704. Формат бумаги 84×108¹/₃₂. Бумага тип. № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 3,36. Усл. кр.-отт. 3,68. Уч.-изд. л. 3,59. Тираж 45 060 экз. Заказ 1502. Цена 11 коп. Издательство «Знание». 101835, ГСП, Москва, Центр, проезд Серова, д. 4. Индекс заказа 834411.

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



СЕРИЯ
ТЕХНИКА