

ТЕХНИКА

ПОДПИСНАЯ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ СЕРИЯ



1985/12

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, МЕТОДЫ, ПРИНЦИПЫ (Выпуск 1)

В.С. Белов
ЭЛЕКТРО-
ФИЗИКОХИМИЧЕСКАЯ
ОБРАБОТКА
МАТЕРИАЛОВ

*Исцеление
металла*

*Сельско-
хозяйственная
электро-
панорама*

*Техника
за рубежом*



ЗНАНИЕ

НОВОЕ В ЖИЗНИ, НАУКЕ, ТЕХНИКЕ

ПОДПИСНАЯ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ СЕРИЯ

НОВОЕ
В ЖИЗНИ,
НАУКЕ,
ТЕХНИКЕ

ТЕХНИКА

Издается
ежемесячно
с 1961 г.

№ 12

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, МЕТОДЫ, ПРИНЦИПЫ

(ВЫПУСК 1)

В ЭТОМ НОМЕРЕ

В. С. Белов,

доктор технических наук, профессор

ЭЛЕКТРОФИЗИКОХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

Исцеление металла...

Частицы и порошки
в электрическом поле..

Сельскохозяйственная
электропанорама

РЕДАКЦИОННЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

Изобретения, патенты, лицензии

Практика восьмидесятых

Техника за рубежом

Издательство «Знание» Москва 1985

РЕДКОЛЛЕГИЯ

К. В. Фролов,
академик, (председатель)

А. И. Аристов,
кандидат технических наук

Б. М. Базров,
доктор технических наук, профессор

Г. В. Веников,
кандидат технических наук

Л. И. Волчкевич,
доктор технических наук, профессор

Ю. Т. Гринь,
доктор физико-математических наук

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

В. Я. Зайцев,
доктор технических наук, профессор

Е. П. Попов,
член-корреспондент АН СССР

Р. А. Чаянов,
начальник отдела ГКНТ

К. Ю. Чириков,
кандидат технических наук

Г. Д. Шнырев,
доктор технических наук

ЭЛЕКТРОФИЗИКОХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

Технический прогресс неразрывно связан с применением новых более твердых, термостойких и износостойких материалов, многие из которых трудно поддаются обработке традиционными методами. С помощью разработанных в нашей стране электрофизикохимических методов обработки материалов созданы новые технологические процессы, позволяющие резко (иногда в десятки раз!) увеличить производительность размерной обработки по сравнению с традиционными способами. Трудно переоценить их роль в развитии современного машиностроения, приборостроения, радиоэлектроники и других отраслей промышленности.

Внедрение лазерных автоматов на Петродворцовом и других часовых заводах позволило повысить в десятки раз производительность труда при изготовлении отверстий в рубиновых подшипниках, коренным образом перестроить весь технологический процесс, улучшить условия труда. Внедрение электроэрозионной и электрохимической обработки штампов, пресс-форм, литейных форм, турбинных лопаток и ряда других изделий сложной формы в несколько раз сократило трудоемкость изготовления, облегчило и практически исключило тяжелый ручной труд.

Разработаны новые электроэрозионные прецизионные копировально-прошивочные координатные станки, вырезные станки с программным управлением, электрохимические копировально-прошивочные, абразивно-электрохимические, электроэрозионные шлифовальные и заточные станки, анодно-механические отрезные станки, ультразвуковые прошивочные, лазерные для прошивки отверстий, контурной вырезки и т. д.

Производительность новых станков, особенно на трудоемких финишных операциях, повысилась в 1,5—3 раза. Освоены разнообразные высокопроизводительные

специальные станки для изготовления фильер, обработки мукомольных валков, крупных турбинных лопаток, полуавтоматы для клеймения и др. Созданы новые технологические процессы и оборудование, основанные на использовании комбинированной (механической и электрофизикохимической) обработки: с наложением ультразвуковых колебаний при сверлении и нарезании резьб в вязких и особопрочных металлах, абразивной или алмазной с электрохимическим или электроэрозионным воздействием и т. д.

Заводы электротехнической промышленности значительно расширили номенклатуру и увеличили выпуск источников технологического тока, комплектующих станки. По техническим показателям новые станки и источники питания находятся на уровне лучших зарубежных аналогов или превышают его. Наша страна прочно занимает ведущее место в создании и применении электрофизикохимических методов обработки.

В ЭНИМСе, головном институте по электрофизикохимическим методам обработки, на базе имеющихся лабораторий был организован консультативно-информационный центр, где представлены в действии практически все виды серийных станков отечественного производства и технологические процессы. Заводские технологи имеют возможность не только ознакомиться с новой техникой, но и проверить ее эффективность при решении конкретных проблем. (Представители более 4000 организаций ознакомлены с современным оборудованием и технологическими процессами.) В дальнейшем заводы, внедрившие новые методы обработки, становятся «центрами размножения» опыта и знаний в своей или близкой по профилю отрасли. Улучшилась взаимная информация и координация работ между организациями и заводами, создающими новое оборудование.

Результат — возрастание в последние годы спроса на электрофизикохимические станки и более эффективное их использование. Получила распространение новая форма промышленного внедрения — организация специализированных участков или цехов, объединяющих до сотни таких станков. Появилась возможность существенно повысить эффективность благодаря многостаночному обслуживанию, совмещению профессий, лучшей организации труда.

Разработана программа дальнейшего совершенство-

вания, электрофизикохимической технологии и создания нового оборудования. На основе научного задела, созданного в прошлом пятилетии, и плана дальнейших работ намечено существенно увеличить точность, качество и производительность обработки, повысить степень автоматизации, разработать и освоить серийное производство электроэрозионных ультразвуковых, электрохимических и лазерных станков новых моделей, а также ряд новых технологических процессов, в том числе комбинированных. Предусмотрено сформировать в электротехнической, станкостроительной и других отраслях промышленности автоматизированные участки для изготовления мелкими сериями штампов, пресс-форм и других изделий сложной формы на наших станках, но уже с адаптивным и программным управлением. Должно быть освоено производство ряда комплектующих изделий (источников питания, систем числового и адаптивного управления, фильтров для очистки жидкости), технический уровень которых во многом определяет и уровень станков.

В результате выполнения данного комплекса работ появится база для увеличения в ближайшие несколько лет удельного веса электрофизикохимических методов при обработке штампов, пресс-форм и им подобных изделий до 35—40% (в том числе при обработке твердых сплавов — до 60—80%); при снятии заусенцев, облоя, при очистке литья и других операциях — до 10—15%; при обработке изделий из минералокерамики, алмазов, ферритов, кварца, полупроводников — до 7—10%.

Какие станки наиболее распространены?

Электроэрозионные копировально-прошивочные — это примерно две трети всего парка станков для электрофизической размерной обработки.

Стандарт на основные размеры копировально-прошивочных станков согласуется с соответствующими стандартами для координатно-расточных и сверлильных станков, в результате чего можно унифицировать электроэрозионные станки с металлорежущими. Особая группа копировально-прошивочных станков — станки для извлечения сломанного инструмента (метчиков, сверл, разверток) и обломков крепежа — болтов, шпилек.

Разработан ряд моделей специальных станков. Например, для изготовления отверстий (диаметром 0,005 мм), сеток и сит, фасонных отверстий в бандажах

турбин и тому подобных «мелких» операций. Увеличение числа одновременно работающих электродов, автоматизация цикла обработки, сокращение вспомогательного времени благодаря специальным устройствам обеспечивают значительно большую их производительность по сравнению с универсальными моделями.

Движение электрода-инструмента (ЭИ) при объемном копировании в ряде случаев дополняется орбитальным движением, при котором все точки ЭИ совершают движения в плоскостях, перпендикулярных к направлению подачи ЭИ на заготовку, по заданным траекториям. Орбитальное движение позволяет в некоторых пределах корректировать размеры поверхности в процессе обработки, вести обработку на черновых и чистовых режимах одним ЭИ, способствует стабилизации эрозионного процесса.

Съем металла достигает 10 000—12 000 мм³/мин и более при наращивании мощности станков. При оптимальном сочетании факторов, влияющих на производительность (к ним относятся параметры обрабатываемого материала, рабочей жидкости, материала ЭИ, электрического режима, характеристики обрабатываемой поверхности — площадь, форма и др.), можно работать со скоростью углубления ЭИ в заготовку (для широкого круга изделий) 0,2—1,0 мм/мин, а в отдельных случаях — до 10—12 мм/мин.

Погрешность размеров сквозных отверстий на станках нормальной точности составляет 0,03—0,05 мм, а на прецизионных станках — 0,005—0,01 мм.

Технологические характеристики электроэрозионной обработки (ЭЭО) при объемном копировании позволили эффективно применить ее в инструментальном и основном производстве для изготовления трудоемких и сложных изделий малой жесткости, деталей из труднообрабатываемых материалов, со скрытыми обрабатываемыми поверхностями и тому подобных «неудобных» операциях. В инструментальном производстве ЭЭО применяют при обработке формующих полостей ковочных и вытяжных штампов, пресс-форм, литьевых форм, высадочного инструмента, инструмента для горячего прессования металла, рабочих частей вырубных твердосплавных и стальных штампов и др. Обработка формующих полостей сложной пространственной формы у ковочных штампов размером до 1000×600×400 мм — хорошо ос-

военный процесс. При использовании ЭЭО для обработки молотовых штампов удается избежать трудоемкой слесарной доводки. Такие штампы изнашиваются более равномерно, чем штампы после слесарно-механической обработки; поковки легко извлекаются и не требуют дополнительной зачистки наплывов металла. Стойкость штампов повышается в среднем на 30—40%, а в некоторых случаях — до 2 раз.

Полости больших размеров предварительно (до термической обработки) выполняют традиционными способами, а ЭЭО применяют после термической обработки. При этом используют специальные головки с осциллирующим движением, сообщаящие ЭИ орбитальное движение.

Электроэрозионная обработка пресс-форм и литевых форм аналогична обработке ковочных штампов. Площадь обработки до 2000—3000 см². К таким деталям предъявляют более высокие требования по шероховатости и точности, чем к ковочным штампам. Поэтому часто ЭЭО — предварительная операция, после которой следует доводка и полирование. Существует класс пресс-форм, у которых на формующую поверхность для придания лучшего товарного вида прессуемым изделиям должен наноситься особый рисунок типа «шагрень». Для этой операции также успешно применяется ЭЭО.

Сейчас разработаны методы скоростного катодного гальванического наращивания меди. При этом производительность процесса повышается в десятки раз.

Для пресс-форм с неглубоким, но сложным профилем формующей поверхности применяют медные оболочковые ЭИ, изготавливаемые методом гальваностатического наращивания меди по моделям, скорректированным с учетом величины межэлектродного зазора и припуска на доводку. В качестве материала для моделей применяют типографские сплавы, нержавеющие стали и безусадочные полимерные материалы.

В последнее время разработан новый способ электроэрозионной доводки — полирование. Поверхности площадью 100—150 см² доводятся до зеркального блеска.

В последнее время все шире применяется одновременная прошивка группы отверстий набором электродов. Таким способом прошивают до 8000—10 000 отверстий одновременно (в деталях фильтров и теплообменников, в ситах из нержавеющей стали и др.). Напри-

мер, 2000 отверстий диаметром 0,8 мм в листе из нержавеющей стали толщиной 1,5 мм прошивают за 25 мин. Операция может выполняться на универсальных станках со специальными устройствами, особенно эффективна она на специализированном оборудовании. С помощью ЭЭО можно прошивать сетки с мелкими квадратными и прямоугольными отверстиями и перемычками между ними толщиной от десятых до сотых долей миллиметра.

На ряде стальных изделий, особенно закаленных, с помощью ЭЭО можно получать гравюры и клейма; клеймение электрохимическим способом более производительно, метод ЭЭО дает более глубокие и четкие знаки. Посредством ЭЭО изготовляют малые тиражи значков и медалей с оригинальной отделкой.

Специфическая для ЭЭО шероховатость поверхности и измененный приповерхностный слой могут быть рационально использованы. Например, мукомольные валки, обработанные способом ЭЭО, приобретают шероховатость, улучшающую размалывающие свойства.

Несколько слов о высокочастотной электроэрозионной обработке. При ЭЭО высокое качество изделий (точность 1—2-го класса) достигается при использовании импульсов малой энергии и малой (до нескольких микросекунд) продолжительности, следующих с высокой (до сотни килогерц) частотой. Однако на копировально-прошивочных операциях производительность высокочастотной обработки недостаточна, а износ инструмента сравнительно велик. Это обусловлено высокой энергоемкостью процесса (вследствие увеличения доли испарения) и трудностью удаления продуктов обработки из весьма малого межэлектродного зазора (МЭЗ). Эффективность высокочастотной ЭЭО зависит от параметров импульсов генератора, качества регулирования, материала инструмента и рабочей жидкости, а также от способов стабилизации процесса обработки, крепления и позиционирования электродов.

При величине МЭЗ 5—25 мкм (что характерно для частоты 200 и больше кГц при токах 1,5—2 А) необходимо искусственно стабилизировать процесс ЭЭО, прокачивая рабочую жидкость под давлением и заставляя вибрировать инструмент с частотой 50—400 Гц, минимальной амплитудой 0,02—0,03 мм. Это способствует удалению продуктов обработки.

При высокочастотной ЭЭО наиболее широко используют диэлектрические жидкости с малой вязкостью. В ряде случаев (для повышения точности и производительности) целесообразно использовать деионизированную или дистиллированную воду с контролируемой электропроводностью.

Чтобы оценить предельную частоту следования импульсов при ЭЭО, необходимо сопоставить минимальное время нагрева поверхности детали до температуры плавления, время проникновения звуковой волны в случае хрупкого разрушения, время формирования канала импульсного разряда, минимально достижимую постоянную времени разрядной цепи импульсного генератора и минимальное время восстановления диэлектрической прочности эрозионного промежутка. Расчеты показывают, что минимальная длительность импульсов близка к $1:10^{-9}$ с, а предельная частота следования — к 10 МГц.

На многих предприятиях электротехнической и станкоинструментальной промышленности организованы участки электрофизикохимических (в основном электроэрозионных) станков, на которых изготавливают технологическую оснастку — штампы, пресс-формы и т. п. Стремятся повысить производительность станков, а также качество выпускаемых изделий, улучшить планирование производства и учет, возможно автоматизировать такие участки. В задачи автоматизации наряду с созданием оборудования повышенной точности и внедрением элементов адаптивного управления входит разработка системы централизованного управления участками станков, занимающейся подготовкой и хранением управляющих программ, оперативным и долгосрочным планированием и «диспетчированием» работы, автоматической загрузкой, транспортировкой и хранением заготовок, приспособлений и деталей.

Высокие темпы развития вычислительной техники, появление недорогих микропроцессоров открывают новые возможности в построении систем управления как отдельными станками, так и участками.

Электроконтактная обработка является разновидностью электроэрозионной. Ее отличие в том, что импульсы энергии генерируются в результате взаимного перемещения электродов или прерывания разряда, под высоким давлением прокачивается жидкость. Электроконтактная обработка осуществляется в газообразной

(воздухе) или жидкой (преимущественно в промышленной воде с антикоррозионными добавками) среде. В последнем случае обрабатываемую деталь и электрод-инструмент полностью погружают в жидкость либо жидкость подается в межэлектродный промежуток (поливом или в распыленном виде).

Питание подается через трансформаторы с жесткой характеристикой или выпрямители; могут быть использованы также сварочные агрегаты. Рабочий ток примерно от 5000 до 10 000 А. По сравнению с другими разновидностями электроэрозионной обработки электроконтактная позволяет существенно повысить производительность при малом удельном расходе электроэнергии.

Сейчас мы можем применить в промышленности электроконтактное точение широкими металлическими дисками (толщиной 40—50 мм), фрезерование чашечным инструментом, сверление трубчатым инструментом, разрезку тонкими (2—4 мм) металлическими дисками и дисками, покрытыми абразивно-изоляционными материалами, например окисью алюминия (толщина покрытия 0,1—0,5 мм), врезное круглое шлифование, прошивку отверстий и полостей сложного профиля невращающимся фасонным инструментом.

Производительность электроконтактного точения и фрезерования достигает 100 см³/мин; износ инструмента на этих операциях не превышает 15% массы удаляемого металла.

Электроконтактная обработка применяется главным образом на заготовительных операциях или на операциях черновой обработки деталей с большими (более 5 мм) припусками.

В последние годы область применения электрохимического формообразования и фронт исследовательских работ расширились, созданы новые универсальные и специализированные станки. Особенности процесса определяют целесообразность его применения в условиях серийного производства при изготовлении деталей из труднообрабатываемых материалов, деталей сложной формы или малой жесткости, обработка которых традиционными методами затруднена. Наиболее эффективен этот процесс при изготовлении турбинных лопаток, глубоких отверстий. Его применяют для калибровки отверстий различной формы, для изготовления полостей сло-

жной формы (штампов, пресс-форм, литейных форм), для обработки корпусных деталей и др.

Увеличилась номенклатура металлов и сплавов, обрабатываемых этим способом (новые марки сталей, сплавы на основе ниобия, молибдена и вольфрама). Широко используется электрохимическая обработка деталей из титановых, алюминиевых и магниевых сплавов; освоена электрохимическая обработка деталей из монокристаллического молибдена и вольфрама.

Требует безотлагательного решения вопрос подбора электролита. При поиске оптимальных электролитов большое внимание уделяется изучению механизма и кинетики растворения металла анода в специфических условиях электрохимического формообразования (при высокой плотности тока, в прочном электролите). При этом растворение металла происходит в условиях активирования или перепассивации анодной поверхности.

Пассивное состояние металла из-за наличия на его поверхности адсорбционных или окисных пленок может быть нарушено введением в раствор активирующих анионов. Управляя механизмом пассивации и депассивации, можно в довольно широких пределах управлять качеством поверхности и производительностью.

Производительность процесса (удельный съем металла) определяется анодной плотностью тока и анодным выходом по току. Следовательно, интенсификация процесса связана с повышением этих показателей или, иными словами, с созданием условий для протекания реакции анодного растворения металла с максимальной возможной скоростью при выходе по току, близком к теоретическому. Однако при этом возникают такие проблемы, как насыщение металла (в основном титана и его сплавов) водородом, растравливание металла по границам зерен и обусловленное этим снижение эксплуатационных характеристик (циклической прочности, износостойкости, коррозионной стойкости и др.), которые еще предстоит решить. Правильностью выбора электролита и стабилизацией его свойств можно добиться существенного повышения точности обработки. Пример — применение нитратов и хлоратов при обработке сплавов на основе железа и никеля.

Точность обработки зависит также от основных параметров процесса и их изменений в ходе электролиза. Если внешние (технологические) параметры поддаются

достаточно точному регулированию, то внутренние (физико-химические) параметры практически неуправляемы. Таким образом, повысить точность обработки можно путем стабилизации технологических параметров и создания адаптивных систем управления, обеспечивающих взаимную компенсацию изменений физико-химических параметров процесса. Эта задача особенно усложняется при обработке трехмерных полостей сложной формы. Не случайно в последнее время наряду с совершенствованием известных схем электрохимического формообразования (с непрерывной подачей катода и стабилизацией основных параметров процесса) появились новые, с использованием импульсного напряжения.

Во всех перечисленных схемах есть специальные устройства, обеспечивающие последовательно-прерывистый характер растворения металла, т. е. преобразующие непрерывную функцию ток — зазор в дискретную и позволяющие полностью или частично разобщить во времени и пространстве процессы растворения металла и эвакуации продуктов реакции из рабочей зоны. При этом несколько снижается производительность, но повышается точность обработки, а в некоторых случаях и качество поверхности.

Процессы обработки, о которых мы рассказали, как нельзя лучше поддаются автоматизации, оборудование для этих процессов хорошо вписывается в различные технологические линии. Сейчас НПО ЭНИМС разрабатывает гибкие перенастраиваемые модули, которые с успехом можно использовать в гибких автоматизированных производствах. Уже созданы и выпускаются нашей промышленностью гибкие модули для копировально-прошивочных, вырезных работ, оснащенные микропроцессорными устройствами, механизмами автоматической смены электродов-инструментов. Каждый такой модуль дает годовую экономию от 15 000 до 40 000 руб.

По разнообразию применений, по возможностям тонкой регулировки процессов электрофизикохимическая технология не имеет конкурентов. Добавим к этому экологическую чистоту и безопасность процессов, и мы можем смело утверждать, что эта технология — одна из наиболее перспективных технологий конца XX начала XXI века.

ИСЦЕЛЕНИЕ МЕТАЛЛА. ИОНЫ И ПЛАЗМА

Когда изобрели самопишущую ручку, ее перо называли вечным. За всю историю техники это, пожалуй, было единственное изделие, удостоенное столь высокого звания. Да и то не потому, что перо не изнашивалось, а лишь потому, что в него постоянно поступали чернила. Износ естествен, неизбежен. Изобретать вечные детали считалось таким же бесполезным занятием, как придумывать вечные двигатели. Другое дело — стремление ученых и инженеров максимально повысить износостойкость деталей. Это занятие почетное и такое же древнее, как сама металлургия. Блестящая сталь только невооруженному глазу представляется гладкой. На самом деле ее поверхность — сплошь пики и ущелья, и хотя высота этих «гор» всего тысячные доли миллиметра, гребешки и впадины на поверхности одной детали, как напильник, срезают микрорельеф с поверхности другой детали. И чем прочнее гребешки, тем быстрее они делают свое вредное дело. Значит, упрочнение металла — далеко не прямая дорога к повышению износостойкости. Упрочнение оказывается замкнутым порочным кругом. Можно, конечно, закаленную деталь заранее отшлифовать, с тем чтобы при работе не возникал зазор. Какое-то время это неплохо помогает. Помогают и хорошие смазки, и рациональные конструкции узлов трения, когда одна из трущихся деталей делается из более мягкого металла, и сплавы с повышенными антифрикционными свойствами.

Надежность и долговечность машин из года в год повышались. Но еще быстрее изменялись условия работы механизмов. Увеличивались нагрузки, росли скорости, повышалась температура. Теперь уже и отшлифованные и отполированные до зеркального блеска детали «грызли» друг друга гребешками микрометровой высоты, остававшимися даже после полировки. К тому же чем глаже была поверхность детали, тем хуже на ней удерживалась смазка. Словом, традиционные способы исчерпали свои возможности.

Износ — непременный спутник трения. Еще недавно ни один инженер не отважился бы заявить, что можно создать практически безыносную пару трения. Но почему среди механизмов встречаются такие, что работают гораздо дольше, чем предусмотрено? За примером

ходить далеко не нужно. В домашнем холодильнике рано или поздно выходят из строя и электродвигатель, и теплообменник, и уплотнения. За 15—20 лет портится даже сам металлический корпус, хотя он неподвижен и трению не подвергается. И только трущиеся детали компрессора за весь срок службы холодильника не изнашиваются и на микрометр, оставаясь такими же новыми, как в день выпуска. Парадокс! Если разобрать любой из этих неподдающихся износу механизмов, можно усмотреть одну общую для всех черту. Трущиеся стальные детали оказываются покрытыми тончайшей медной пленкой. Медь? Откуда? Ведь при изготовлении их медью не покрывали. Откуда берется медь, каким образом возникает пленка и почему она, будучи толщиной всего в 1—2 мкм, не стирается со временем?

Этим явлением заинтересовались советские ученые, профессора Д. Н. Гаркунов и И. В. Крагельский, и сделали замечательное открытие. Оказалось, в определенных условиях, возникающих при трении, медь переходит в полужидкое состояние и остается в этом состоянии при комнатной температуре. Но главное в том, что, однажды образовавшись, ионы меди переходят с поверхности детали в смазку и обратно, постоянно «освежая» защитную металлическую пленку. Этим и объясняется ее «неистираемость». Открытие было названо избирательным переносом, а пленка — сервовитной (спасающей жизнь). Пленка не разрушается и под нагрузками, возникающими при трении, она, подобно резиновой прослойке, принимает их на себя, «прячет» вредные гребешки, и они уже не участвуют в работе. При наличии сервовитной пленки стальной узел трения напоминает «неистираемый» сустав живого организма.

Но откуда все-таки берется медь в стальном компрессоре холодильника? Из медных трубок системы охлаждения. Медь постепенно корродирует, а хладагент (смесь фреона с маслом) подхватывает ее ионы и проносит через компрессор.

Разумеется, никто не станет пристраивать к каждому подшипнику или иному узлу трения домашний холодильник. Развитие идей Крагельского и Гаркунова пошло по пути создания различных смазок, содержащих, помимо меди, вещества, способствующие избирательному переносу.

Неизнашивающиеся механизмы! В это машинострои-

тельное чудо трудно было поверить. Но уже в авиационной технике созданы и работают практически без износа шарниры, выдерживающие пятикратные против прежнего нагрузки. На морских судах в ряде узлов смазочное масло заменили простой водой, но они работают дольше, чем прежде. На некоторых нефтяных промыслах насосы стали в 5 раз дольше работать без ремонта. Сервовитные материалы в 10 раз увеличили срок службы слаботочных электрических контактов. Примеры можно множить.

Но хорошее открытие тем и ценно, что оно, попадая на благодатную почву, дает все новые и новые всходы. Сейчас в узлах трения — подшипниках, гидроцилиндрах, различных направляющих — применяют полиамидные покрытия. Они сравнительно просто наносятся на поверхности стальных деталей, прочно на них удерживаются, поглощают разные твердые частицы, попадающие при работе механизмов в зону трения. Но особо долговечными эти покрытия назвать нельзя. И вот у сотрудников Ленинградского политехнического института появился соблазн сделать эти хорошие покрытия еще и безыносными. В полиамидное покрытие ввели медный порошок и порошок никеля, который, как фреоно-масляная смесь в холодильнике, способствовал образованию защитной пленки. Словом, поступили так, как и предписывали условия избирательного переноса. Изготовили из нового материала подшипник скольжения и поставили его на испытательный стенд. Сверхдолговечный получился подшипник, и, вероятно, на этом бы и закончилось дело, если бы исследователи не обратили внимания на необычное поведение медной пленки. Со временем она стала значительно толще.

Теперь следует сказать, что эффект избирательного переноса при всем своем великолепии имеет один существенный изъян. Уже очень тонкой получается медная защитная пленочка: 1—2 мкм. Волос человеческий раз в 30 толще. Попадут твердые пылинки, толщина которых больше толщины пленки, между трущимися деталями и превратят сервовитную пленку в абразивную пасту. Поэтому в деталях, открытых для доступа пыли и работающих под большими нагрузками, избирательный перенос особой пользы не приносил. Теперь же появилась возможность значительно расширить его применение. С новым покрытием сделали валики для цепного

конвейера, работающие под нагрузкой в сотни килограммов, и поставили их попеременно с обычными полиамидными. За два месяца обычные валики изнашивались полностью. Опытные еще долго продолжали работать. Новые полиамидные покрытия дали огромную экономию, ведь цепных конвейеров миллионы, они используются буквально всеми отраслями промышленности. А в текстильном производстве, пищевой промышленности, в вакуумной технике, химической технологии и других отраслях промышленности, где цепные конвейеры нельзя смазывать и они поэтому изнашиваются еще быстрее, безыносные детали трения, не требующие жидкой смазки, — просто находка. Теперь все уже? Нет. Возможности избирательного переноса далеко не исчерпаны.

Пока ленинградские ученые развивали свое направление исследований, ученые из Физико-технического института АН Белорусской ССР, которые, конечно, были в курсе работ Ленинградского политехнического, пошли другим путем.

Представьте, что вы в заготовительном цехе большого комбината резинотехнических изделий. Несколько резиносмесителей, машин длиной больше вагона метро, сотрясают здание, перемешивая сразу тонны сырой резины шнеками, похожими на винты гигантских мясорубок. Каково приходится подшипникам, в которых вращается шнек, если иногда сам вал шнека разрывается, как скрученная соломина? Но вот к подшипнику подходит слесарь-ремонтник и набивает с помощью шприца в его корпус какую-то смазку, ни на секунду не останавливая машину.

Что это, обычная смазка подшипника? Нет, это ремонт. Приборы показали, что подшипник изнашивался. Образовался люфт, зазор в одну десятую миллиметра. Но вот проходит некоторое время после смазки, и зазор... исчез. Возможно ли такое?

Белорусские ученые задались вопросом, нельзя ли при избирательном переносе создать такие условия, при которых защитная пленка вышла бы за пределы нескольких микрон и стала в десятки раз толще. И пусть эта мощная пленка меди прочно связалась бы со стальной деталью. Такая связь образуется, например, при плакировании стальных листов медью с помощью прокатки. Там медная фольга валками прокатного ста-

на вдавливается в поверхность стали с такой силой, что между атомами стали и меди возникает прочная связь. Но ведь не будешь пропускать изношенную деталь через валки прокатного стана или через мощный пресс. Что от нее останется?

...В ткацких станках есть уязвимая деталь — кронштейн нитедержателя. Деталь эта сложная, с точными пазами, по которым непрерывно снует челноком сам нитедержатель — деталь еще более сложная и дорогая. Кронштейн может продержаться от силы полгода: появляется люфт, нити рвутся. Миллионы изношенных кронштейнов идут в металлолом, а на текстильных предприятиях возникает дефицит запасных частей.

В Минске использовали густую смазку, металлизированную медью. В смазку, кроме порошка меди, внесли вещества, способствующие избирательному переносу. Эффект: без особых затрат в условиях текстильного предприятия буквально за несколько минут можно возвращать в производство одну из самых дефицитных деталей. Когда подсчитали экономию, оказалось, что каждый рубль, вложенный в организацию этой технологии, дает 1000 руб. прибыли.

Особенность физтеха Белоруссии, как говорит его директор академик АН БССР В. Н. Чачин, — органическое единство фундаментальных и прикладных исследований. В одной и той же лаборатории развиваются методы теоретического анализа, экспериментальные исследования и одновременно решаются актуальные, практически важные проблемы. Так и в способе восстановления изношенных деталей ткацких станков исследователи усмотрели нечто гораздо большее.

Наращиванию слоя меди на изношенную деталь способствовали давление и нагрев. Но ведь и то и другое — неперенные спутники трения даже в самых тихих и легконагруженных парах. Так родилась идея восстановления детали... самим трением. И не разбирая и даже не останавливая механизма, в котором они работают!

Идею проверили на шаровых шарнирах автомобиля. На соседней автобазе нашлась машина, которую как раз по причине износа шарнира собирались поставить на текущий ремонт. На автобазе не поверили, что шарнир можно восстановить, да еще не разбирая, но экспериментировать разрешили. В корпус этого силового узла

трения ввели металлизированную смазку, и автомобиль ушел в рейс. На следующий день «инъекцию» повторили, а еще через день шарнир — как новенький. Таким же образом восстанавливали пары трения в тракторах, дорожки качения в скоростных подшипниках гидродвигателей и другие узлы в разных машинах и механизмах. Возможность ремонта без остановки автомобиля, трактора, станка была доказана. Изменение скоростей и нагрузок тут не имеет значения. Было бы движение, контактное давление и трение!

Кардинально увеличить срок службы узлов трения можно еще одним способом. Речь идет об использовании магнитоактивных порошковых смазочных материалов, подаваемых в зону смазки сравнительно слабым магнитным полем. Исследования доказали, что такие смазки хорошо работают в самых экстремальных условиях — при высокой температуре, в вакууме и т. д. Магнитопорошки создают на поверхности деталей разделяющую и амортизирующую пленку из упругого пористого смазочного материала. Пленка эта непрерывно возобновляется: магнитное поле подает в зону смазки все новые и новые порции магнитопорошка. Причем поступление смазки можно легко регулировать изменением магнитного поля. А ведь возможность тонкого регулирования работы узлов трения — и всей машины — становится насущной необходимостью современного машиностроения. Насколько перспективен новый метод, показывают эксперименты: зубчатые колеса при магнитопорошковой смазке служат в 10—20 (!) раз дольше обычной.

Успешно борются с износом с помощью износостойких поверхностных слоев. Здесь прежде всего решается проблема противоречивости требований, предъявляемых к свойствам поверхностных слоев и ко всему объему детали. Толщина создаваемого поверхностного слоя обычно небольшая — несколько десятых долей миллиметра. Зато именно в этом слое должен получиться практически новый материал с особыми физико-механическими свойствами. Стало необходимым уже на стадии проектирования предусматривать применение прогрессивных упрочняющих технологий. Арсенал таких технологий достаточно велик.

На вопрос, сколько стоит прокатный стан или домашняя кофемолка, не торопитесь назвать сумму. На-

пример, расходы на изготовление автомобиля составляют всего 1,5% от стоимости его дальнейшей жизни. На текущий ремонт приходится 46%, на капитальный ремонт — 7% и на техническое обслуживание — 45,5%. Получается, что автомобиль только для того и создан, чтобы тратить на него деньги. Примерно такие же цифры можно назвать для металлообрабатывающих станков, сельскохозяйственной техники. На восстановление машинного парка в нашей стране ежегодно затрачивается 20 млрд. руб. Это огромные деньги. Но ремонт — это еще и неисчислимые потери от простоев оборудования и транспорта, это невыработанная продукция, неперевоенные грузы. Восстановить изношенную деталь — значит дать машине вторую жизнь.

...Бледно-синее пламя падает на металлический вал, медленно вращающийся в необычном станке. Рядом поворачивается барабан, с него сматывается тонкая проволока, и конец ее исчезает в пламени. Синеватая струя движется вдоль вала, и вслед за ней возникает все увеличивающийся блестящий пояс — слой свежего металла, нанесенный на поверхности детали...

Не нужно быть специалистом, чтобы понять: на изношенную деталь наносят металл, чтобы вернуть ее к жизни. Восстановленная деталь... Сколько она проработает? Хорошо, если половинный срок. И каждый будет основательно удивлен, если ему скажут, что распределительный вал, восстановленный на этом станке, проработает в 1,5—2 раза дольше, чем новый... И далеко не каждый инженер в это поверит, даже узнав, что синеватое пламя — это плазма, раскаленная до 12—15 тыс. градусов, а весь процесс восстановления основан на методах порошковой металлургии.

Еще не так давно сомнений не было: новая, более эффективная техника требует и новых материалов с улучшенными физико-механическими свойствами. За этим постулатом стояла вся многовековая история машиностроения: любое более производительное изделие — будь то машина, оружие или станок — появлялось только после того, как металлурги осваивали новый вид металла — более прочный, более упругий, более устойчивый к истиранию, высоким температурам и давлениям, агрессивным средам и т. д. Простой пример: современные высокооборотные компактные автомобильные двигатели появились вслед за новыми сплавами, выдержи-

вающими колоссальные скорости вращения и высокие давления в камере сгорания. Двигатель с такими же характеристиками, изготовленный из материалов, употреблявшихся, скажем, лет 50 назад, во-первых, не проработал бы и десятой доли нынешнего гарантийного срока, а во-вторых, был бы настолько велик и массивен, что не смог бы поместиться под капотом современного автомобиля.

Однако чем металл лучше, тем он дороже. И тем труднее его выплавить. Это приводит к «ножницам» между потребностью в машинах и возможностями их выпуска. Вот, скажем, сельскохозяйственное машиностроение. Нынешняя огромная потребность в сельхозтехнике продиктована не только масштабами сельского хозяйства страны. Немалую роль играет и низкая надежность машин. Как доказывает статистика, полезное время работы машин и тракторов нередко составляет лишь 60%, а остальные 40% уходят на устранение неисправностей и техническое обслуживание. И зачастую тому виной качество металла.

На сельхозтехнику обрушиваются ударные и вибрационные нагрузки, она корродирует в жидких, вязких и других агрессивных средах. Противостоять таким воздействиям длительное время нередко могут лишь высоколегированные стали или особо прочные сплавы. На увеличении поставок такого металла и настаивают создатели сельхозтехники. На первый взгляд требование вполне законное. Но реалистичное ли?

В соответствии с Продовольственной программой за текущее десятилетие комбайнов и других машин намечено поставить селу на 67—70 млрд. руб. Напомним: сегодня основные фонды сельхозтехники — это примерно 50 млрд. руб., а на изготовление этой техники пошло более 105 млрд. т металла. Отсюда легко представить ближайшие потребности сельскохозяйственного машиностроения в металле, в том числе и в высококачественном, и сделать вывод: полностью удовлетворить их даже ценой значительных капитальных вложений будет не просто.

Сельскохозяйственное машиностроение — наиболее яркий пример, но далеко не единственный. Автомобили, электровозы, экскаваторы, строительные машины — все они имеют узлы, работающие в тяжелых условиях и требующие для своего изготовления высококачественного

металла. Удовлетворить эти потребности и сейчас трудно, а дальше — с ростом выпуска техники — будет еще трудней.

Надо искать другой путь. В Московском институте стали и сплавов под руководством доктора технических наук В. П. Полухина с помощью лазерной голографии постарались выявить картину распределения внутренних напряжений в деталях во время ее работы. Оказалось, что далеко не все участки детали требуют особо прочных материалов. Более 99% массы детали можно делать из обычных дешевых углеродистых или низколегированных сталей. И лишь рабочая поверхность — там, где деталь соприкасается с другими деталями, твердыми или агрессивными средами — должна иметь повышенную стойкость. Значит, достаточно одеть деталь из обычного материала в особо прочную «рубашку» — и цель достигнута. Вот такую «рубашку» и создала порошковая металлургия.

Бытует еще традиционный взгляд на порошковую металлургию как на изготовление деталей из металлических порошков. Конечно, с этого началась порошковая металлургия, и это направление до сих пор успешно развивается. Но, кроме него, появились и другие. Например, плазмотрон позволяет напылять порошок на поверхность детали из обычного материала. Ибо оказалось, что в ряде случаев вовсе нет надобности прессовать детали целиком из порошка.

Раскаленная плазма не просто «наклеивает» один слой металла на другой. На границе этих слоев происходят сложные процессы — атомы одного металла проникают между атомами другого, образуя материал с новыми свойствами. И даже когда напыляют тот же материал, что и материал основной детали, поверхностный слой становится значительно крепче и дольше противостоит внешним воздействиям. Именно так восстанавливают сейчас алюминиевые поршни с помощью алюминиевой же проволоки — под плазмотроном старые поршни обретают «вторую жизнь», которая оказывается дольше первой... Еще пример — защита стальных строительных конструкций от коррозии. Окрашивание их красками и лаками лишь ненадолго удлиняет срок службы. Но стоит применить плазменное напыление порошков — и стойкость к атмосферной коррозии стальных конструкций возрастает в 5—10 раз.

Конечно, для каждой детали надо искать свой способ напыления, свой напыляющий материал. Но главное — в ряде случаев вовсе не обязательно применять для покрытий дорогие и дефицитные материалы. Гораздо чаще и вполне успешно применяют дешевые порошки из окислов и ферросплавов.

Весьма перспективны для защиты карбиды и керметы — «гибриды» керамики с металлом. А покрытия на основе графита или дисульфида молибдена позволяют трущимся деталям работать без смазки.

Способы напыления порошков уже разработаны в Институте металлургии им. А. А. Байкова АН СССР и могут быть использованы — и в ряде случаев используются — во многих машиностроительных производствах. Оборудование для плазменного напыления встраивается в автоматическую линию, изготавливающую те или иные детали. Тогда сделанные из обычной стали, эти детали обретают такие же свойства, как если бы они были сделаны из высоколегированного металла.

Об эффективности подобной технологии можно судить по такому примеру: износостойкие покрытия из порошков интерметаллидов (в их состав входят алюминий, никель и титан) и карбидов, нанесенные плазменным напылением, увеличивают срок службы деталей в 3—15 раз. А затраты на эту операцию обычно не превышают и 10% от стоимости детали.

Еще больший эффект дает порошковая металлургия при восстановлении изношенных деталей. Статистика знает — около 60% деталей приходится заменять только из-за того, что их рабочие поверхности изношены всего на 0,3 мм. Восстановить этот изношенный слой, нанеся покрытия из порошков, не составляет особого труда. А выигрыш очевиден: резко уменьшается расход запчастей, экономится металл, снижаются трудозатраты, сокращаются простои техники. И главное — резко сокращается потребность в дефицитных и дорогих высоколегированных сталях. Проекты ремонтных заводов и мастерских по восстановлению изношенных деталей разработаны, оборудование создано, необходимые порошки выпускает целый ряд предприятий. Теперь слово за машиностроителями.

Электрические поля и электрические импульсы пригодятся и для операций сравнительно грубых, но зато

повсеместно используемых, требующих больших затрат.

«...Раздалось нечто напоминающее артиллерийскую канонаду. Лаборатория озарилась голубоватым светом, все оборудование испускало огненные иглы, ощутился запах озона. Стрельба в лаборатории добавилась к грохоту на вершине мачты... Из шара на мачте выскакивали сначала крупные голубые искры, затем они превратились в синие нити. Вот это уже не нити, а огненные стержни толщиной в руку. Наконец, вспыхнула молния, грянул гром, который, рассказывали потом очевидцы, был слышен на расстоянии 15 миль...» Так живописал эксперименты великого изобретателя биограф Николы Теслы.

Эту фантасмагорию Тесла устроил с помощью изобретенного им резонансного трансформатора. Имея первичный источник энергии мощностью 300 л. с., он получал импульсы по 100 000 л. с. с частотой 150 000 Гц. Напряжение на вторичной обмотке трансформатора достигало 100 000 000 В.

Инженеру из Орши И. Д. Иванцову нужно 2 000 000 В и 400 000 Гц. Тогда он с помощью изобретенного устройства всего за час берется очистить от ржавчины 10 тыс. стальных листов длиной 6 м.

Очистка металлических заготовок, проката, металлоконструкций от ржавчины, окалины, старой краски — одно из самых неприятных и трудоемких дел. Для металлоконструкций, например, ничего, кроме пескоструйки да вращающихся стальных щеток, не придумано. В прокатном производстве катанку от окалины очищают травлением. Это и дорого, и испарения серной кислоты вредны людям, да еще она вместе с окалиной снимает изрядный слой здорового металла, переводя его в отходы. Здесь узаконены миллионные потери.

И. Д. Иванцов предлагает очищать металлические конструкции и прокат высоковольтными электрическими разрядами. Разряды высокой частоты и напряжения, проходя через поверхностный слой металла глубиной всего в несколько микрон, отделят от него тончайшие частицы, как чешую с рыбы, вместе со всем, что на нихросло, так как при одноименном заряде между частицами и основным металлом будут возникать кулоновские силы отталкивания. По расчетам изобретателя, чешуйки должны отскакивать от металла со скоростью

до 1000 м/с. При таких «космических» скоростях пешуйки, встречая сопротивление воздуха и соударяясь, превратятся в пыль.

Инструмент в зависимости от объекта очистки может быть либо стационарным, либо перемещающимся по обрабатываемой поверхности. Предположим, что нужно очищать от окалины тонкую стальную ленту перед нанесением на нее полимерного покрытия. В поточную технологическую линию, где-то между правильным устройством и моталкой (механизмом для сматывания готовой ленты в рулон), встроено очистное устройство, внешне напоминающее вытяжной зонт. Если заглянуть в зазор между инструментом и движущейся под ним лентой, то можно увидеть закрепленную по его периметру стальную щетину. Но это не щетки для зачистки металла, а токосъемники. Над поверхностью очищаемого металла установлен в керамическом изоляторе электрод, подключенный к высокочастотной высоковольтной силовой установке. При включении тока разражается электрическая «буря», подобная той, которую устраивал Тесла в своей лаборатории, только в сильно уменьшенном масштабе. Электрические разряды мгновенно очищают стальную ленту. Ее можно протягивать под зонтом со скоростью 30 м/с: с такой же скоростью она и прокатывается. Для сравнения скажем, что на очистку квадратного метра металлической поверхности от окалины металлической вращающейся щеткой нужно по крайней мере потратить несколько минут, и при этом будет снят изрядный слой здорового металла.

Все это изложено в описании к авторскому свидетельству № 845886. Изобретение ждет своей реализации.

Привычная металлообработка, если к ней подойти с позиций электротехнологии, приобретает принципиально новые качества и особенности. Во-первых, здесь следует подчеркнуть, что большинство электротехнологических процессов направлены на экономию металла, энергии, трудовых ресурсов. В самом широком смысле электротехнология — это ресурсосберегающая технология.

Во-вторых, технология такого уровня, как рассматриваемая, обязательно нуждается в осмыслении ее со стороны фундаментальных наук.

Б. ПЕРЦЕВ, инженер

ЧАСТИЦЫ И ПОРОШКИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ. ДОЗАТОРЫ, ХРАНЕНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ, СНЕГОГЕНЕРАТОРЫ И... ПОЛУИСКУССТВЕННЫЙ МЕХ

Если б на выставках промышленного оборудования экспонаты располагали по значимости и важности, на почетных местах оказались бы дозаторы, ибо с них начинается почти любой технологический процесс. Прежде чем песок, цемент и гравий превратить в бетон, дозаторы в точном соответствии с рецептом подают в бетономешалку и то, и другое, и третье. Прежде чем керамическая плитка украсит стену, ее компоненты пройдут через дозаторы. Пройдет через дозатор и порошок твердого сплава, чтобы потом превратиться в пластину для резца, и шихта в огромной доине пройдет сначала через дозаторы, и лишь потом из нее получают чугун. Без дозаторов не будет ни хлеба, ни таблетки от кашля. Нет ни одной отрасли промышленности, которая в серийном и массовом производстве могла бы обойтись без дозаторов. А есть производства, настолько от них зависящие, что без совершенствования дозаторов просто невозможно их дальнейшее развитие. И это не только такие тонкие технологии, как фармацевтическая или химических реактивов, где счет на миллиграммы, но и сельское хозяйство.

Прошло то время, когда сеятель, широко размахнувшись, бросал семена в землю. Он и тогда знал, что делает неправильно, что упавшие рядом два семечка будут только мешать друг другу. Но не мог крестьянин высаживать семена по одному, через точные интервалы. Когда появились сеялки, они продолжали щедро разбрасывать семена, и потому были придуманы прореживатели, которые выдергивали лишние ростки. Изобретая разные культиваторы и прореживатели, ученые и инженеры не отказались от надежды создать сеялки точного сева. Но создать дозатор, сбрасывающий в каждую точку одно зернышко, очень не просто, хотя бы потому, что семена отличаются друг от друга и по форме, и по массе, и еще потому, что семена — материал биологический и их нельзя грубо хватать какими-нибудь клещами или протискивать через калибровочные отверстия. Все-таки кое-что специалисты придумали. Представьте колесо, подобное беличьему, на нем за-

креплены небольшие магниты, а под ним установлен скребок. Когда семечко, притянутое магнитом, проходит над скребком, тот его сбрасывает в землю. Магнетик на колесе настолько мал, что на нем может уместиться только одно семечко. Он проходит через бункер с семенами и берет одно зернышко. Все хорошо, только почему семечко должно примагничиваться, оно же не железное? Чтобы такой дозатор работал, каждое зернышко должно быть одето в магнитную оболочку, которая, попав вместе с семечком в землю, не препятствует его прорастанию, например, просто растворяется. Но не в этом основная задача. Растворимое, нейтральное, а может быть, и полезное из набора питательных элементов вещество для магнитной оболочки синтезировать можно. Куда труднее превратить мириады мелких зернышек в магнитное драже. Были и другие предложения. Папки с патентами буквально разбухали от изобретений. Но ничего на практике нет ни у нас, ни за рубежом.

Нужен какой-то новый подход к этой сложной проблеме. Нужно сделать так, чтобы мелкие семена вытекали из горловины дозатора тонкой струйкой по одному, а скорость истечения можно было регулировать, не прибегая к механическим устройствам, травмирующим семена. Кого взять в помощники — гидравлику, пневматику, электричество?

Семена и большинство порошкообразных материалов, требующих точного дозирования, — диэлектрики. С изучения их поведения в электрическом поле и начали в НПО «Армсельхозмеханизация». Электродинамика дисперсных систем, а попросту управление частицами в движущейся среде — дело для инженерной электрофизики сравнительно новое. Основы такого управления сформулированы академиком В. И. Попковым в 60-х годах. Но больше изучены случаи, когда количество транспортируемых частиц гораздо меньше объема среды, в которой они взвешены. Например, при концентрации нескольких граммов порошка в кубометре воздуха. Тут частицы ведут себя, как бумажные кораблики, подгоняемые ветром, и, изменяя величину и направление электрического поля, действующего на среду, можно изменять направление и скорость движения частиц.

Ереванские изобретатели решили изучить дисперсную среду сверхвысокой концентрации. Такую среду

можно представить себе так, будто бумажные кораблики заполнили всю поверхность воды и ни под каким ветерком относительно друг друга уже перемещаться не могут. Но сильный ветер может сдуть их все вместе. Таким ветром по отношению к частицам в среде сверхвысокой концентрации и должно стать внешнее электрическое поле. Опыты показали, что воздействием электрического поля можно уменьшать или увеличивать внутреннее трение сыпучего материала и тем самым регулировать его текучесть. Такова идея нового способа дозирования сыпучих материалов.

Теперь построим какую-нибудь машину для приготовления лекарственных таблеток. Двигутся по кругу мизерные формочки, и в каждую дозатор должен выдать порцию порошка с точностью до сотой, а то и тысячной грамма. Детали дозирующего устройства субтильны, на тонких осях колесики, тарелочки, шестереночки. Все это быстро изнашивается, и прибор теряет точность.

Электрический же дозатор может быть чрезвычайно простым: заземленное коническое сопло и цилиндрический электрод, установленный в нем по центру и подключенный к источнику переменного тока. Через кольцевой зазор между электродом и соплом высыпается дисперсный материал. Нет электрического поля — и материал высыпается с максимальной скоростью. Подаем напряжение на электрод, увеличивается внутреннее трение в потоке материала, скорость истечения уменьшается. При максимальном напряжении дозатор и вовсе запирается. В надежности такого устройства не приходится сомневаться — в нем просто нечему сломаться.

Дозирование в большинстве технологических процессов неразрывно связано со смешиванием. Найдя столь простой и надежный способ дозирования, решили использовать его при смешивании. Предположим, нужно создать смесь из трех частей одного компонента и четырех частей другого. Идеальным было бы устройство, подающее в общий поток одновременно три частицы одного материала и четыре другого. Но невозможно даже представить механическое устройство, способное брать порошки по пылинкам. Для механических смесителей порции даже в сотые доли грамма — великая задача. Механизм, сделанный по самому высокому классу точ-

ности, все равно имеет погрешности, соизмеримые с этими мизерными количествами веществ. Кроме того, любое механическое устройство инерционно. Включенное на мгновение и тотчас выключенное, оно действует еще «полмгновения» и успевает «сыпнуть» еще «немножко». Если бы даже удалось создать механический промышленный аппарат для точного смешивания, то работал бы он чрезвычайно медленно, с большой осторожностью. Используя возможности своих электрических дозаторов, ереванские специалисты создали практически безынерционный смеситель, в котором два или несколько дозаторов могут включаться и выключаться мгновенно, выдавать материалы в общий поток сотыми долями грамма и, несмотря на это, готовить за час не менее 10 кг смеси.

Надежность, простота в изготовлении и обслуживании и, главное, точность делают созданные в Ереване дозаторы незаменимыми для многих тонких производственных процессов. Но и в более «грубых» технологиях, например в порошковой металлургии, лакокрасочном, керамическом производствах, в пищевой промышленности, дозаторы и смесители, основанные на новом принципе, будут работать лучше и точнее традиционных. Что касается сельского хозяйства, ради которого начинались исследования и где проблема дозированного посева мелких семян до сих пор не решена, то опытно-конструкторские работы по созданию автоматического высеивающего аппарата продолжаются.

Поведение частиц в электрическом поле становится предметом самого пристального изучения. Возможности, которые сулит технология, основанная на движении заряженных частиц в реальных электрических полях, поистине безграничны, области применения разнообразны.

Есть на мясокомбинатах профессия обвальщик мясных туш. Квалификация высочайшая. Рабочий острым, как бритва, ножом отделяет мясо от костей, стараясь обработать кости как можно чище. Обвальщик — рабочая специальность особо дефицитная. Виртуозов становится все меньше, а мяса на обработку поступает все больше. Машин, заменяющих руки обвальщика, не существует. Не удастся сделать механизм столь же гибкий, универсальный и проворный, как человеческая рука.

Была надежда на химические, физические, электри-

ческие методы. Патентные фонды библиотек хранят сотни разных, порой весьма экзотических изобретений. Бомбардировали туши сухим льдом, солью, даже металлической дробью; увы, твердые частицы буквально тонули в мясе, но не отделяли его от костей. Были испробованы острый пар и сжатый воздух, токи высокой частоты и ультразвук — все оказывалось либо малопродуктивным, либо экономически нецелесообразным. Даже электрогидравлический эффект (ударные волны, создаваемые в жидкостях электрическими разрядами) не мог помочь мясной промышленности, хотя отлично служил металлургии, очищая от разных наростов и шлака даже стальные отливки.

Так обстояло дело, когда им занялись на кафедре машин и оборудования мясной промышленности Московского технологического института мясной и молочной промышленности (группой исследователей руководит доктор технических наук Э. И. Каухчешвили и кандидат технических наук В. В. Илюхин). Наступление на неподатливое сырье повели с новых позиций. Заморозили его в жидком азоте (температура — 196°C) до -70°C и поместили в дробилку. Хрупкие от холода частицы становились все меньше и меньше, и наконец наступил момент, когда силы внутреннего сцепления в частичках мяса превысили силу их сцепления с костью и мясо как бы само по себе стало отделяться. Исходный материал распался в дробилке на костные и мясные гранулы.

Теперь можно было разделить гранулы, например, в жидком холодном фреоне (для пищевых продуктов он совершенно безвреден), в котором более легкие (мясные) гранулы всплывают. Или продуть костно-мясную смесь струей воздуха, она унесет легкие гранулы, оставив на дне более тяжелые — костные.

Электричество также можно было применить для сепарации. Когда исследовали электрические свойства мясной и костной тканей, оказалось, что при охлаждении в интервале температур от -20 до -40°C удельное электросопротивление мяса увеличивается в 2 раза, а костей — в 900 раз, так что мясные и костные гранулы можно разделить и по признаку электропроводности.

Но каким бы путем ни пошло разделение мясных и костных гранул, исходное сырье перед измельчением за-

мораживают. Вот тут и столкнулись исследователи и производственники с непредвиденными трудностями. При разделении мясных и костных гранул в электростатическом поле, на создающих его электродах быстро нарастает снежная шуба. Изменяются электрофизические свойства атмосферы в камере сепаратора, процесс становится трудноуправляемым и неэффективным. Приходится то и дело прерывать работу для очистки и оттаивания электродов. Словом, специалисты столкнулись с хорошо известным в холодильной технике явлением, с которым и мы часто сталкиваемся, открывая камеру домашнего холодильника.

На теплообменных поверхностях обычного морозильного агрегата превращается в кристаллики льда влага из более теплого окружающего воздуха. То же самое получается и на электродах, создающих в морозильной камере электростатическое поле. Но на морозильнике снежная шуба нарастает хаотически, а на электродах — целенаправленно, словно это действительно меховая шуба с довольно длинными прямыми нитями.

Микроскопические кристаллики льда, витающие над поверхностями электродов, решили считать электрическими диполями. Мириады кристалликов, словно компасные стрелки, получив заряд в электрическом поле, разворачиваются в пространстве, устремляются к противоположно заряженным электродам и выстраиваются в нити почти перпендикулярно к поверхности электродов. Изменяя величину и направление электрического поля, можно управлять кристаллизацией. Снежно-ледяные нити, словно мягкий мех за наэлектризованной эбонитовой палочкой, наклонялись вниз, влево, вправо, приподнимались, росли то быстрее, то медленнее. Появилась идея создать на основе нового явления снегогенераторы.

Что если поменять полярность покрытых снежной шубой электродов? Мы со школы усвоили аксиому: одноименно заряженные частицы отталкиваются. Если положительно заряженный электрод покрылся снегом, притягивая отрицательно заряженные льдинки, то не скинет ли он шубу, став отрицательным? Так и получилось. Снежно-ледяной покров толщиной в несколько сантиметров отскочил от труб, как растрескавшаяся скорлупа. Такое трудно переоценить. Снежные шубы — бич складов-холодильников, железнодорожных и авто-

мобильных рефрижераторов, И чем толще снежная шуба на холодильном агрегате, тем больше затрачивается электроэнергии на поддержание в холодильной камере заданной температуры.

Более того. Для хранения многих продуктов из мяса и рыбы нужен не лед, а именно снег. Его изготавливают специально, с помощью громоздких вращающихся барабанов, в которых циркулирует жидкий аммиак. На обдаваемых водой барабанах нарастает лед, который затем очищают скребками и размельчают, затрачивая на это больше энергии, чем на само замораживание. Для изготовления искусственного снега построены специальные заводы. А на экспериментальном теплообменнике снежно-ледяная шуба, отделившись от труб, сама собой рассыпалась в снег. Тогда подобрали такой режим работы теплообменника, при котором снег нарастает как можно быстрее и в то же время остается рыхлым и его можно сдуть вентилятором, как в сухую погоду ветер сдувает снег с крыши, или просто снести его щеткой. Получался самый настоящий снегогенератор, простой, надежный и экономичный, поскольку при новом способе почти вся энергия идет на образование снега, а не на его отделение от теплообменных поверхностей и измельчение. Вновь сконструированный снегогенератор буквально стрелял снегом. Так, решая проблему обвалки мяса, решили еще одну — изготовление снега.

Кому еще нужен снег? Не только пищевой промышленности. Снег, например, нужен для подавления пыли в горнорудных карьерах после взрывов. Ведь зимой из-за гололеда карьерные дороги поливать водой нельзя, а снег выпадает не часто и не всегда, когда он особенно нужен горнякам.

Но это не все. Если, рассуждали ученые, с помощью электрического поля можно управлять кристаллизацией влаги, то нельзя ли теми же средствами управлять ее испарением и не только из воздуха, но и из других сред? Словом, нельзя ли повлиять таким образом на процессы сушки мяса, фруктов, овощей, древесины, бетона, керамики и фарфора, удобрений и комбикормов, пищевых концентратов. Всего не перечислишь, поскольку ни одна отрасль без сушки не обходится.

Так, снегогенератор постепенно превратился в сушилку. Обычно сушкой управляют, изменяя температу-

ру окружающего воздуха или скорость и температуру воздушного потока, обдувающего материал. При этом расчеты параметров сушки определяют исходя из известных законов термодинамики, теории тепломассообмена и не особенно вдаются в электрическое существо дела. А ведь тот же воздушный поток должен, как и любые тела при трении, наэлектризовываться при соприкосновении с поверхностью высушиваемого материала, накапливать электрические заряды. А поскольку вода — слабый электролит, то чем больше ее содержится в материале (керамике, коже, латексе, асбоцементе, древесине), тем выше его электропроводность.

Далее рассуждали примерно так. По мере высыхания наружный слой материала становится диэлектриком и при трении о воздушный поток заряжается, как эбонитовая палочка, натертая суконкой. Заряды эти накапливаются, и может наступить момент, когда напряженность электростатического поля станет достаточно высокой для возникновения электроосмоса. Тогда влага под воздействием электрического поля поднимется по капиллярам, словно выжимается из губки. Если бы не электроосмос, пришлось бы, например, древесину сушить очень долго. Ведь высушенный наружный слой превращается в теплоизоляционный, некое одеяло, препятствующее передаче тепла в глубину материала, а стало быть, и испарению жидкости из его более глубоких слоев. Но если при воздушной сушке условия для электроосмоса создаются сами собой, то не подстегнуть ли процесс, зарядив воздух в сушильной камере?

В трубе, по которой горячий воздух поступает в сушилку, установили спиральный электрод и подключили его к отрицательному полюсу источника постоянного тока. Саму трубу заземлили, к мясной туше в камере подвели положительный заряд. Воздух, проходя по трубе, ионизируется, и в обычной сушильной камере практически при том же расходе воздуха, тепла и электроэнергии туша высушивается раза в четыре быстрее, чем раньше.

Идея, как уже заметил читатель, развивалась в полном согласии с законами диалектики — по спирали. И на каждом новом витке исследования вновь касались непосредственно мясного производства. Оказалось, что предварительная сушка костей в потоке ионизированного воздуха весьма полезна. Когда такие кости разма-

ывают на костную муку, получается она при тех же расходах электроэнергии более высокого качества.

И это далеко не все. Был открыт новый способ хранения пищевых продуктов. Направление движения жидкости по капиллярам при электроосмосе зависит от знака электрического поля. Поменяв его, можно заставить двигаться жидкость вспять, внутрь обрабатываемого материала. Охлаждение, как и высушивание, начинается снаружи. Ускоряя продвижение охлажденной жидкости внутрь материала, можно при тех же затратах значительно ускорить замораживание любого волокнистого или пористого материала. Особенно хорош новый способ при замораживании пищевых продуктов, ведь чем дольше идет замораживание, тем больше успевает улетучиться из мяса, рыбы, овощей и фруктов полезных веществ. Да и при длительном хранении замороженных продуктов усушка продолжается, а вместе с влагой покидают их витамины, аминокислоты, ферменты. И вовсе не нужно быть специалистом-дегустатором, чтобы определить, из парного или мороженого мяса зажарен бифштекс. Режим ионизации воздуха можно подобрать таким, чтобы на протяжении всего срока хранения продукта в замороженном виде в него «подкачивалось» из окружающего воздуха определенное количество влаги.

Исследования продолжаются, появляются новые идеи, а проверенные тем временем используются в промышленности, и сфера их приложения все расширяется. Уже работает промышленная линия по производству костной муки, переделывают на новую технологию туннельные сушилки на некоторых предприятиях резиновой промышленности и промышленности изоляционных материалов, холодильники на плавучих рыбзаводах.

Технология, основанная на некоторых общих принципах управления потоком заряженных частиц, находит себе применение в создании изделий и материалов, имитирующих естественные — меха, ворсистые материи и т. п. Овца лохмата, и в первоначальном виде ее шкура идет на полушубки да на рукавицы. На дамские шубы, дубленки и другие модные вещи овчину коротко стригут, состриженный же волос годен разве что на войлок. Сотрудники ВНИИ меховой промышленности решили этот волос торчком наклеивать на хлопчатобумажную, шерстяную или синтетическую ткань. Одна машина тут же подхватывает состриженный волос и аккуратно, чтоб

не рассыпался, зажимает его между лентами транспортера; другая — наклеивает; третья — пропускает между каландрами. Меньше чем через час из сушилки выходит вторая овечья шкура, точная копия той, с которой только что был сострижен лишний мех. Получаются не какие-то искусственные шкурки, а мех, почти ни в чем не уступающий натуральному.

Но при этом способе состриженный волос нужно тут же и наклеивать, значит, можно использовать только отходы собственного производства. А хорошо бы пустить в дело и волос, сгоняемый со шкур на кожзаводах, и отходы суконного и шерстепрядильного производства, и немерный лоскут после раскроя мехов, и мелкие обрезки шкурок. В начале 70-х годов в Америке был запатентован такой способ. Состриженный с меха волос набрасывают на одну клейкую основу, покрывают другой и пропускают «бутерброд» через камеру с электростатическим полем, в котором наклеенный волос распрямляется так, что «бутерброд» можно разрезать вдоль по начинке и получить с одной овцы еще две шкуры. Но разрезать полотнище на две части параллельно основе не так-то просто.

Специалисты нашли способ, как в новом полунатуральном мехе (назовем его так) использовать и состриженный мех, и очес, и волос, и обрезки меха — большие и малые.

Над движущейся, как транспортерная лента, клейкой основой с той же скоростью перематывается бесконечная прозрачная пленка, на которой, как тушью на кальке, начерчены выкройки меховой куртки. Над трафаретом установлен яркий софит, так что выкройки проецируются на клейкую основу. Далее — ручная операция, пожалуй, единственная во всем процессе. Работница накладывает на основу обрезки шкурок кожей вниз. Операция проста и не занимает много времени, поскольку шкурки даже приблизительно не нужно подбирать одна к другой, нужно лишь следить, чтобы ни одна из них не вышла за пределы контура выкройки. Дальше лента с наклеенными шкурками попадает в электростатическое поле. Тут на нее дождем падает волос (ориентированный в электростатическом поле перпендикулярно основе) и, приклеиваясь, заполняет все промежутки между обрезками меха. Следом еще одно электростатическое поле собирает, как пылесос, неприклеившийся во-

лос (тот, что попал не в промежутки, а на шкурки) и снова отправляет его на приклеивание. Несколько отделочных операций — и остается лишь разрезать полотно на отдельные выкройки, как вырезают из листа переводные картинки. В отходы идет лишь клейкая лента, и то немного, поскольку выкройки на трафарете можно расположить так плотно, что между ними почти не останется свободного места. Шкурки же все идут в дело, поскольку располагаются только в контурах выкроек.

Авторы говорят, что пошитую из такого полунатурального меха каракулевую шубу трудно отличить от настоящей, благородная текстура каракуля помогает скрыть разницу между отдельными шкурками. Конечно, есть нюансы, но заметны они лишь опытному скорняку. Но когда полунатуральный мех делается из обрезков овчины или иного меха с прямым волосом, неоднородность скрыть трудно. Дело в том, что волос, снятый даже с одной меховой шкурки, различен по структуре, длине и толщине, гигроскопичности, свалакиваемости, сыпучести, диэлектрическим свойствам, и получаются на меху пятна и полосы. Зато неоднородность можно использовать для предварительной сортировки волоса и сделать пятна и полосы по заранее задуманному рисунку. Так возникла идея меха под леопарда.

Весь волос, откуда бы он ни взялся, состриженный ли с овчины, или согнанный с кожи на кожзаводе, получает электростатический заряд и направляется в неоднородное электростатическое поле, где попадает на вибрирующий диск, но волоски к нему не притягиваются сильно, а лишь становятся, как говорится, дыбом и «бегут» от центра диска к периферии по спиральным траекториям. Чем длиннее и толще волосок, тем больше спираль и тем быстрее «бег». А из волосков одинаковой длины и диаметра с большей скоростью двинутся те, у которых больше диэлектрическая проницаемость. Получив разные партии, в которых все волоски будут обладать одинаковыми электрическими и оптическими свойствами, можно воссоздать на клейкой основе и шкуру леопарда, и пятнистого оленя или сделать какой-нибудь красивый, не существующий в природе мех, например, в полоску или в клеточку.

Поговорим немного об искусственном ворсовании, этих декоративных покрытиях, похожих на замшу, плюш

или бархат, на металлах, пластмассе, резине, дереве, керамике, кожзаменителях. Ткань, резину и подобные им материалы при электроворсовании необходимо, разумеется, помещать на металлическую подкладку — подложку. Диски ЭПУ, футляры для готовален, приборов, часов, ювелирных изделий, переплеты альбомов, папок, книг, игрушки, корпуса магнитофонов и счетных машин, материал для обивки автомашин, автобусов, вагонов, тепло- и звукоизоляционные материалы — все они обретают новое место рождения — установки электроворсования.

То обстоятельство, что частицы движутся в электростатическом поле не как попало, а строго ориентированно, может заметно сказаться на качестве продукции. Взять, к примеру, изготовление наждачной бумаги. Частицы абразива, густо наклеенные на бумагу или ткань, имеют неправильную угловатую форму. Один уголок абразива всегда особенно острый. При обычном механическом изготовлении наждачной бумаги (рассевом или напылением) не приходится и думать о том, чтобы миллионы частиц наклеить обращенными вверх именно такими острыми углами. А в электрическом поле столь немислимое требование выполняется автоматически. Каждая частица влипает в слой клея уже вытянутой вверх самым острым углом. Качество «шкурки» резко повышается.

А что произойдет, если мы вздумаем осаждать на подложку толстый слой волокон, густо перемешанных с каплями клея? Капли и волокна одинаково хорошо подчиняются электрическим силам, и (после схватывания клея) мы получим уже не просто красочное или ворсовое покрытие, а объемное изделие, отформованное по всем правилам электронно-ионной технологии. Останется только удалить подложку, предварительно сконструированную так, чтобы она не приклеилась к «свежевыпеченному» изделию.

Электроформование универсально в высшей степени. Клеящим, связующим веществом могут служить синтетические смолы, жаропрочные цементы, растворимое стекло, битум, вся гамма конструктивных клеев. В комбинацию с каплями клея охотно вступают волокна текстильные, асбестовые, стеклянные, кварцевые, полученные путем раздува и распыления шлака, и множество других.

Каждый год строители требуют миллионы квадратных метров мягких кровельных и гидроизоляционных материалов. Это толь и рубероид, представляющие собой картон (волокна материи и древесины), пропитанный составом, предохраняющим от гниения (битум или смола). Итак, волокна и капли — идеальный объект для электронной технологии. Линия электроформования рулонных материалов работает автоматически.

Из бункера исходное сырье поступает на ленточный транспортер и попадает под электроды, питаемые импульсным током. Непрерывная канонада электрических взрывов в воздухе расщепляет сырье на крохотные волоконца, а поток воздуха от вентиляторов поднимает аэровзвесь вверх. Тяжелые приеси и недоизмельченные куски падают вниз и снова поступают к перемалывающим электродам. Очищенная аэровзвесь попадает в межэлектродное пространство формирующего устройства. Здесь волокна приобретают электрические заряды от коронирующих электродов, после чего они охотно прилипают к конвейерной ленте, подключенной к другому полюсу источника постоянного тока. Причем прилипают не как-нибудь, а в строгом порядке — один слой волокон ложится вдоль, а другой поперек ленты. Достигается это с помощью двух пар вспомогательных электродов. Одна пара создает поле, силовые линии которого направлены по направлению движения конвейера, другая пара наводит поле с силовыми линиями, направленными поперек. Таким образом, волокна оказываются надежно ориентированными в двух направлениях. Одновременно с формовкой картон с помощью электрораспылителя пропитывается битумом. Кстати, в коронном разряде образуются озон и атомарный кислород, который, вступая в реакцию с битумом, вызывает его полимеризацию, улучшающую качество продукции. Сформованная и пропитанная битумом лента уплотняется валками, на нее наносится посыпка — и готовый рубероид сматывается в рулоны и режется. Остается только отправить продукцию потребителям.

Электронно-рубероидная линия проста и компактна. В ней органически совмещены операции размола, сортировки, осаждения и химико-термического воздействия на материал. Полностью исключена неприятная и энергоемкая операция — мокрый размол в громоздких роллах. А раз нет воды, значит сырье не надо сушить,

отпадает все паротепловое хозяйство, становится ненужным сушильное оборудование. Подобные автоматические линии послужат и для производства шифера, линолеума, электроизоляционных материалов.

Сходным образом формуются не только плоские и тонкие ленты — полосы, но и объемные, «толстые» предметы более сложной конфигурации. Для этого необходимо изготовить осадительные электроды строго по форме внутренней поверхности изделия. Так делают, например, цилиндрические предметы, употребляя в качестве оправки упругие пневматические камеры. При надувании сжатым воздухом камера-оправка приобретает заданную форму, после выпуска воздуха камера несколько сжимается, и отформованное, уже отвердевшее изделие легко снимается.

Разрабатывая новую технологию, новые установки, можно совместить электроформование с механической формовкой. Так, например, при формовке труб из стеклопластика совместили механическую навивку на оправку стекловолокна с одновременным электроосаждением связующего вещества. Электромагнитные поля и ферромагнитные частицы, ориентированные в этом поле, можно применить для фиксации изображения. Здесь в отличие от привычной фотографии не нужно серебра, химикатов. Снимок получается мгновенно, а кроме того, эту фотопластинку можно использовать миллионы раз.

Изобретения в наши дни зачастую появляются не для того, чтобы непосредственно служить человеку. Изобретения теперь частенько «заказывает» ЭВМ. Так и получилось в нашем случае. При всех своих достоинствах электронные машины все же уступают человеку. Один из существенных недостатков — ЭВМ не могут смотреть телевизор. О важности такого умения можно судить хотя бы по работе диспетчера Аэрофлота. На экране телевизора перед каждым диспетчером одновременно оказывается десяток самолетов. На оценку ситуации и выбор оптимального решения отведено несколько секунд. Работа непростая, тяжелая. И чтобы разгрузить диспетчеров, снять с них часть психологической нагрузки, было решено использовать ЭВМ.

Но у ЭВМ другая логика. Диспетчер видит всю картину сразу, целиком, причем мозг способен пропускать «мимо глаз» все лишнее, ненужное и сосредоточиваться лишь на «горячих точках» — самолетах, совершаю-

щих посадку или идущих на взлет. Как раз это и не по силам ЭВМ. С присущей ей педантичностью она просматривает от первого до последнего все импульсы, составляющие изображение. И фон — чистое небо, и полезную информацию — самолеты. А импульсов этих чрезвычайно много. Чтобы успеть просмотреть их все — важные и ненужные — до смены очередного кадра, а он меняется 50 раз в секунду, машина должна обладать фантастическим по сегодняшним меркам быстродействием — миллионы и миллионы операций в секунду. Это сегодня еще недостижимо. Поэтому и появилась идея приблизить машинное восприятие к человеческому, научить ЭВМ оценивать сразу всю картину на экране, как делает это диспетчер. Как такого добиться?

Лазер или другой импульсный источник света просвечивает мгновенную фотографию экрана. Позади фотографии — матрица, набор фотоэлементов. Сигналы от них придут в машину все сразу, как только вспыхнет свет. Каждый фотоэлемент доложит об освещенности «своей» точки. Машина будет «читать» снимок не по точкам и строкам, а весь сразу, целиком. И тогда даже сравнительно медленной машине хватит быстродействия, чтобы оценить обстановку в небе и успеть принять решение. Но как фотографировать 50 раз в секунду? Прибегнуть к обычному фотографированию?

Достоинства серебряной фотографии известны. Время съемки может составлять тысячные, даже миллионные доли секунды. Но ведь нужно прибавить время на проявление, промывку, закрепление снимков. Это уже десятки минут. Кроме того, для работы электронного диспетчера нужны сотни тысяч снимков. Они обошлись бы невероятно дорого.

В лаборатории Института радиотехники и электроники АН СССР, которой руководит Я. А. Моносов, как и во многих лабораториях мира, пробовали применить термомагнитный способ записи изображения. Суть его: на прозрачной пленке равномерно распределяют ферромагнитный порошок. Затем пленку помещают в магнитное поле и проецируют на нее изображение, хотя бы с телеэкрана. Под влиянием света частицы порошка ориентируются по направлениям силовых линий магнитного поля. В более освещенных местах пленки ориентировка частиц сильнее, в менее освещенных — слабее. Запись изображения состоялась.

Никакой обработки снимка не нужно. На одну и ту же пленку изображение можно записывать хоть миллионы раз. Всем хорош этот способ, но на каждый квадратный сантиметр пленки нужно подать свет мощностью 100 кВт.

Важность проблемы оправдала бы даже такой расход электроэнергии. Но, увы, свет не только перестраивает магнитные моменты частиц порошка. Он еще нагревает пленку. Контуры изображения размываются, и ЭВМ начинает ошибаться. Это значит, что она неточно рассчитывает расстояние между самолетами, их курсы, скорость. Отказаться от термомагнитного способа записи? Достойной ему замены ученые не видели. Решили начать борьбу с теплом, вернее, с теплопроводностью. Действительно, если не дать теплу распространиться по пленке, изображение получилось бы абсолютно четким. Обратились к парафину, отличному теплоизолятору. Только использовали не теплоизолирующее его свойство, а прямо противоположное — легкоплавкость.

В парафин насыпали порошок окиси железа и дали свет. Частицы порошка нагреваются, парафин вокруг них плавится. В магнитном поле частицы порошка встают торчком, слипаются как бы в тонкие иголки, перпендикулярные поверхности магнита. Вспомните, если посмотреть на иголку со стороны острия, воткнув ее в стол, заметить ее трудно. Точно так же кажутся невидимыми частицы порошка. Тонкий слой парафина становится прозрачным. Частицы, на которые попало много света, успевают «исчезнуть», стать невидимыми. Те же, на которые свет не попал, так и останутся на поверхности парафина, образуя черные, как сажа, участки. Идея «работала». Но до полного успеха было далеко.

Известно, что, фотографируя Виктора Гюго, изобретатель фотографии Даггер продержал писателя в кресле с обручем для фиксации головы около трех часов. Фотопленка Моносова обладает примерно такой же чувствительностью. Чтобы новый способ смог конкурировать с серебряной фотографией, чувствительность необходимо было повысить в сто тысяч раз. И тогда решили использовать... проявитель. Для серебряной фотографии проявитель — своеобразный химический усилитель. В качестве проявителя для своей пленки Моносов предложил фотоэлектрический эффект.

Фотоэлемент — пластинка полупроводника с двумя

прозрачными электродами-обкладками. Когда в полупроводник попадают фотоны света, между обкладками начинает идти ток от источника питания. В светлых местах фотоэлемента он будет сильнее, в затемненных — слабее. Причем электрический ток дает тепла гораздо больше, чем свет. Готов усилитель-проявитель. Его наложили на фотопластинку и сразу получили выигрыш чувствительности в сто тысяч раз. Те самые сто тысяч, которых не хватало.

Новым способом за тысячную долю секунды можно получить готовый снимок, срок хранения которого не ограничен временем. Для стирания уже записанного изображения достаточно подогреть парафин и изменить направление магнитного поля. Оно закружит в вихре частички порошка, равномерно распределяя их по всему объему парафина, и фотопластинка вновь готова к работе.

Вот цветной слайд. На нем — отчетливые полосы всех цветов радуги. Цветной слайд на черно-белой пленке? Человеческий глаз различает до 10 000 оттенков, причем для этого в глазу работают всего три типа рецепторов, реагирующих на красный, синий и зеленый цвета. Исследователи использовали так называемый растровый фильтр, который выполняет функции рецепторов. А попросту говоря, насыпали на поверхность нашей фотопластинки горсть микроскопических шариков диаметром в доли миллиметра — красных, зеленых, синих. Такая смесь выглядит сероватой. Но когда мы облучаем пластинку, скажем, красным светом, его пропускают к частицам порошка только красные шарики, расположенные под ним участки выделяются из общего фона, и фотопластинка сильно «краснеет». То же происходит, если подать любой другой свет. В результате — мгновенная растровая цветная фотография. Представляете, насколько это удобно, особенно для кинематографии.

Парафин годился только для экспериментов. В дальнейшем ему придется искать более прочный заменитель. Серебряная фотоэмульсия прочна из-за специального защитного покрытия. Ничто не мешает нанести такое же на нашу пленку. А вот для других применений, конечно, придется искать замену. Ведь можно фотографировать в рентгеновском спектре, в радиоволнах, в звуковых волнах. Сам принцип записи изображения останется тем

же, но нужно будет подобрать материалы, способные поглощать излучение, которое «освещает» объект съёмки.

Сегодня новый способ фотографии запатентован уже в шести странах, в том числе в США, Англии, Канаде, Австралии, Японии. Закончена разработка технологии изготовления бессеребряной фотопленки, скоро должен начаться ее выпуск. Тепловая матрица может быть изготовлена сколь угодно большой, и способ тогда пригодится для увеличения изображений, причем микрометровые предметы можно увеличивать до метровых размеров.

Так в наше время традиционные процессы фотографирования как бы рождаются заново. По сути дела, появилась новая, оригинальная техника и технология всех фотографических процессов и получения цветных, черно-белых изображений при любом освещении, со всей мыслимой скоростью.

Из этого небольшого обзора новых применений электротехнологии к различным объектам техники и в различных процессах можно все же сделать вывод, что новые технологии, основанные на электрических методах воздействия, в высшей степени универсальны. Действительно, мы рассказывали о новых способах получения изображений, об электростатическом формировании «меховых», ворсовых покрытий, о новых процессах сушки разнообразных изделий, о способах дозирования сыпучих материалов и т. д.

Такая универсальность технологии — надежная гарантия, что сфера ее действия не замкнется на уже исследованных, апробированных технических идеях и устройствах. Наоборот, перед новой технологией открываются самые широкие возможности применения. Но предсказать, где именно, сейчас трудно или вовсе невозможно.

В. МАСТЯЕВ, инженер

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЭЛЕКТРОПАНОРАМА

Коснемся применения электрофизических методов в сельском хозяйстве, возможности конструирования машин, работающих на новых принципах электронно-ионной технологии, электроискрового воздействия и т. д. Тема эта весьма обширна и многопланова, поэтому ограничимся кратким обзором, тем не менее дающим представление о разнообразии технического и технологического применения электрофизических методов воздействия в сельском хозяйстве.

Несмотря на обилие видов искусственных волокон, волокно хлопковое, «белое золото», остается поистине золотым, и во всем мире спрос на него растет. Мы занимаем первое место в мире по производству хлопко-сырца. И конечно, очень важно, очень выгодно полностью механизировать сбор его урожая. На поля выходят тысячи хлопкоуборочных машин. Но, как это часто случается, производительность и надежность всей машины зависят от небольшой и простой с виду детали. В хлопкоуборочной машине основной рабочий орган — шпиндель. Длинный металлический стержень с насечкой, с небольшими зубчиками. Шпиндель вращается, зубчики касаются раскрытой коробочки хлопка, цепляют белые пушистые волокна и наматывают их на себя. Затем шпиндели начинают вращаться в обратную сторону, волокна с них разматываются, и сжатый воздух уносит их по трубам в бункер машины.

Шпиндель скрывает в себе крайне досадные недостатки. Зубчики его быстро засоряются, плотно забиваются пылью, растительным соком, листьями, сорняками. По 5—6 раз за смену водитель машины останавливает ее, водой из шланга промывает шпиндели, скоблит ножом. В ремонтных мастерских сотни тысяч шпинделей купают в ваннах со специальными растворами, применяют даже ультразвук. Так что хлопкоуборочная машина работает лишь половину рабочего времени. Половину простаивает. Кроме того, когда чистят шпиндель, его зубчики часто повреждают. Приходится в полевых условиях налаживать довольно сложный ремонт. Но что делать? Во всем мире не удается разработать ничего лучшего, чем вращающийся стержень с зубчиками.

Но вот перед нами изобретение ВНИИ электрификации сельского хозяйства и Среднеазиатского НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства. Предложен принципиально новый способ уборки «белого золота»: вместо вращающихся шпинделей работает электрическое поле. В основе изобретения простейшее физическое явление. Законы электростатики гласят, что разноименно заряженные тела взаимно притягиваются. Легко вычислить и силу притяжения. Куст хлопка попадает в сферу действия коронирующих электродов. Проще сказать, это множество металлических проволок, к которым подведено высокое напряжение. С конца каждой проволоочки дует «электрический ветер» — поток электронов. Возникает электрическая корона. Вот в этом облаке электронов и оказываются белые пушистые комочки хлопка. Они заряжаются и тут же притягиваются другими электродами, покидают свое насиженное место — хлопковый куст.

Электрическое поле никогда не засоряется, не ломается, не рвет волокна, ему подвластны все сорта хлопка. Электрические силовые линии заменили металлический стержень с зубчиками. Это принципиально новая, неожиданная возможность решения проблемы уборки хлопка.

Исследователи из Волгоградского сельскохозяйственного института предлагают электроискровой способ уборки подсолнечника. Наша страна занимает первое место в мире по производству семян подсолнечника. Обычно убирают его комбайном. И тут сказываются капризы стихий. Если уборку начинать пораньше, семена будут слишком влажные и потребуется много времени и энергии, чтобы их высушить. Можно, конечно, подождать, пока корзиночки подсолнечника побуреют, созреют полностью, но тогда велики будут потери семян — созревшие корзиночки легко осыпаются. Приходится прибегать к раздельной уборке. Подсолнечник скашивают, укладывают в рядки на землю и ждут, пока они подсохнут и дозреют на солнце, обдуваемые свежим ветром. А если вместо жарких дней наступит непогода и пойдет мокрый снег? Подсолнечник не успеет просохнуть, часть урожая погибнет.

Конструкторы вспомнили про старый, но остроумный способ уборки этой культуры. Дело в том, что дозревание и сушку семян, заключенных в круглой корзи-

ночке, можно искусственно ускорить, даже не скашивая подсолнечник. Надо лишь прекратить доступ влаги по стеблю на верхний этаж, к семенам. Раньше это делали вручную. Срезали корзинки и насаживали их на верхушку косо срезанного стебля. Семена при этом и сушатся, и на земле не валяются, не преют, обдуваются свежим ветром. Масло из таких семян получалось самого высокого качества. Но сколько расходовалось ручного труда!

Конструировать машину, в точности повторяющую все операции ручного труда, конечно, бессмысленно. Ученые решили использовать вместо ножа электрические искры, электрический удар, вызывающий местное омертвление тканей растений. Создали для этого и специальную электроискровую машину.

На тракторе устанавливает небольшой генератор электрического тока. Направляющие пластины подводят стебли подсолнечника к разрядникам. Происходит разряд, короткая вспышка искр. Всего, лишь тысячные доли секунды. Искры обжигают стебель. На стебле образуется узенький темный пояс. Стебель потом в этом месте сужается, сгибается, приток соков по стеблю к корзинке прекращается. На ветру, под солнцем корзинки быстро высыхают. Теперь можно спокойно убирать урожай обычным комбайном. Потерь не будет, зерно — высокого качества, и сроки уборки сокращаются. Нижняя часть стебля остается зеленой и может быть использована на силос. Электрические искры все чаще становятся главной «деталью» уборочной машины.

Только в последние годы удалось испытать действительно работоспособные виноградоуборочные комбайны. Они работают тремя способами. В ход идут механические ножи, воздушные струи или вибраторы. Проще всего — ножи, нечто вроде косилки. Такой комбайн срезает гроздья и ленточным транспортером уносит их в ящики. Воздушным, пневматическим способом убирают лишь технические сорта, которые идут на соки. Ягоды при этом засасывают или сдувают и тут же перерабатывают. Что касается вибраторов, то они тоже отделяют грозди весьма неаккуратно и применить их можно только для технических сортов. Один общий и существенный недостаток — ножи, присоски, вибраторы, любые механические приспособления не в силах найти гроздь среди переплетения лоз и листьев, а затем бережно сорвать ее и столь же бережно перенести в корзину. Глаза челове-

ка, его руки делают это почти бессознательно и безошибочно. Любая сложная система механических приспособлений и фотоэлементов не в силах повторить эту столь простую внешне операцию.

«Найти» гроздь и бережно сорвать ее может электрический импульс. Что получится, если пропустить электрический ток через гроздь винограда и плодоножку? К моменту созревания ягоды содержат очень много сахара, а плодоножка — это сосудисто-волокнистый пучок, в котором сахара нет вовсе. Следовательно, гроздь обладает небольшим электрическим сопротивлением, а плодоножка, наоборот, довольно высоким. На этой разнице сопротивлений и основан электроконтактный способ уборки винограда.

На трактор ставят электрогенератор. У гроздеснимателя есть две контактные пластины. Одна из них соприкасается с проволокой, к которой подвязывают виноград, а другая — с нижним концом виноградной грозди. Пластины движутся, словно лыжи. На них подают электрический ток напряжением 4—6 тыс. В. Получается короткое замыкание, и ножка, обладающая высоким сопротивлением, сгорает за доли секунды, а гроздь остается невредимой.

Сейчас уборочная страда растягивается на 30—40 дней. Но виноград — скоропортящийся продукт: он начинает гнить прямо на корню. Поэтому его надо убирать за 7—8 дней, а это могут сделать лишь комбайны. В совхозе, где впервые применили электроконтактный способ, комбайн за пять минут убрал виноград на площади, где вручную работали бы полтора дня. Правда, пока много времени затрачивается на подготовку виноградника к уборке. Но в дальнейшем время этих подготовительных работ можно значительно сократить.

Электроконтактный способ пригоден не только для уборки винограда, он универсален. Точно так же можно убирать огурцы, баклажаны и др. Огурцы уже убивали таким способом, хотя и в лабораторных условиях. Результаты получились очень обнадеживающие. В полевых условиях, видимо, какое-то пневматическое устройство будет поднимать ботву вверх, и тогда пластины смогут отделять огурцы от растения точно так же, как гроздь винограда. Электрические контакты, всего лишь пара пластин, смогут заменить ненадежные и громоздкие механизмы.

А как сушить сено? Исследования доказали, что, если делать это, как наши деды и прадеды — в прокосах да в валках, на земле, иногда две трети всех полезных веществ из травы просто улетучивается. Чтобы консервы для коров получались действительно питательными, солнце должно подсушивать сено равномерно, а ветер все время продувать его. А вдруг, как назло, пасмурная, дождливая погода?

Всего лишь один пример того, как в традиционные процессы вмешивается электрический импульс. В Вильнюсском государственном университете была сконструирована оригинальная машина. Движущаяся лента транспортера несла слой травы, который проходил между электрическими разрядниками. На траву обрушивались электрические удары напряжением в тысячи вольт. Трава мгновенно подсыхала. Конечно, это еще не было совсем готовое, полностью сухое сено. Но подготовленная электрическими разрядами трава высыхает потом значительно быстрее. А это так важно, если погода переменная или дождливая! И еще. Электричество как бы консервирует растение. Гораздо больше сохраняется в сене витаминов и всех питательных веществ. Оно получается заметно лучшего качества.

Несомненно, что стимулировать рост и развитие растений — дело вполне реальное. Причем проще ускорять, стимулировать развитие не взрослых растений, а их зародышей, семян.

Проблемами стимуляции роста семян занимались еще наши деды. Техника была у них, мягко говоря, примитивная. Мешки с семенами кукурузы затаскивали на крышу амбара и сбрасывали оттуда на землю. Встряска будто бы действительно шла на пользу семенам, и они прорастали быстрее. Время шло. Появлялись все более современные способы воздействия на семена. Их вымачивали в растворах солей, помещали между полюсами мощных электромагнитов, воздействовали на них ультразвуком, облучали слабыми рентгеновскими лучами, освещали солнечными «зайчиками» от специальных зеркал, охлаждали и нагревали. В общем, способов стимуляции предложено много, проделаны тысячи и тысячи опытов. Настало время из всего этого обилия выбрать наиболее действенные, дающие всегда одинаковые результаты и, конечно, экономически выгодные, удобные для практического применения. Ведь обрабатывать при-

ходится не мешок семян, а многие тысячи тонн. И вот все чаще обращаются к электричеству. Это самый мощный и удобный способ «встряски» семян, энергичного пробуждения в них жизненных сил. Сквозь массу семян, скажем, пропускают переменный ток высокого напряжения либо обрушивают на них кратковременные импульсы, удары электрических разрядов.

Сейчас уже сконструированы камеры для электрообработки нескольких тонн зерна за один час. Внутри таких камер пластины, к которым подводят высокое напряжение. Зерно находится между пластинами, т. е. в поле высокого напряжения, всего лишь несколько секунд. Но и за этот короткий отрезок времени электроудар пробуждает в семенах скрытые запасы жизненных сил. Яровая пшеница, выросшая из таких семян, вызревает раньше, что очень важно для северных районов нашей страны.

Все знают, что для выведения новых сортов плодов и ягод Иван Владимирович Мичурин применял искусственное опыление растений. Опыт проходил удачно, если пыльца была наивысшего качества. Иван Владимирович заметил: когда он собирая пыльцу после дождя с грозой, она была самого отличного качества, давала высокий процент всхожести и бурный рост пыльцевых трубок даже при не очень благоприятных условиях внешней среды. Вот почему еще Мичурин не раз пытался воздействовать на пыльцу электрическими разрядами.

Сейчас эти опыты продолжают сотрудники Челябинского института механизации и электрификации сельского хозяйства. Пыльцу груш и яблонь помещают между полюсами генератора высокого напряжения. Напряжения электрического поля высоки, ведь должна образоваться молния. Словом, в лаборатории устраивают как бы искусственную грозу. Пыльца, испытавшая на себе электрическую встряску, дает особенно крупные груши и яблоки, плоды меньше опадают, лучше противятся натиску садовых вредителей. Электричество, кроме того, как бы консервирует пыльцу, сохраняет ее при дальних перевозках. А это дает возможность отправлять пыльцу ценных сортов растений из одних районов страны в другие.

В сложное и кропотливое дело переработки сельскохозяйственных продуктов также вмешиваются электрофизические методы. Обычно овощные и плодово-ягодные

консервы пастеризуются нагреванием. Электрические токи высокой частоты делают это быстрее, лучше, гигиеничнее. При этом электрическое поле очень бережно обходится со вкусом и внешним видом спелых яблок, земляники или кабачков. Дегустаторы заверяют, что «электрифицированные» консервы вкуснее и ароматнее обычных. Кроме того, электрические способы консервации удобнее для механизации и автоматизации производства. А это необходимо — ведь продукция исчисляется миллионами банок. Проводили интересные опыты по «электрошоку» сорняков, уничтожали их корни, сидящие глубоко в земле. Исследуются электрические методы борьбы с вредными насекомыми и электростатические способы оседания на растения мельчайших частиц ядохимикатов или стимуляторов.

Электромагнитные вибраторы разгружают силосные бункеры и башни. Электростатические сортировщики удаляют примеси из ворохов листьев чая. Черенкам винограда электричество помогает быстрее пустить корни. Ну и так далее.

В первом общегосударственном плане развития народного хозяйства молодой Республики Советов, в ленинском плане ГОЭЛРО уже предусматривалось приложение электрической энергии не только к промышленному производству, но и к сельскому хозяйству. Это было поистине революционное начинание, всю ценность и новизну которого мы можем, пожалуй, оценить только сегодня, только с позиций современных достижений сельскохозяйственной науки и техники.

Ряд лет проникновение электричества в сельскохозяйственную технологию воспринималось исследователями всего лишь как разрозненные научные идеи и эксперименты, не столь значительные достижения. Хотя в перспективности работ в этой области мало кто сомневался.

Сегодня на повестке дня — объединение усилий различных научных учреждений, отыскание общих принципов и моделей электротехнологических устройств сельскохозяйственного производства.

Е. ВИКУЛИНА, инженер-технолог

Желающим знать больше

Сборник. Электрофизические и электрохимические станки, Москва. НИИМАШ, 1978, 227 с.

Ракошиц Г. С. Электроимпульсная штамповка, Москва, Высшая школа, 1984, 191 с.

Байсупов И. А. Электрохимическая обработка металлов. Москва, Высшая школа, 1981, 151 с.

Крагельский И. В., Добычин М. Н., Комбалов В. С. Основы расчетов на трение и износ. М., Машиностроение, 1977, 562 с.

Комбалов В. С. Оценка триботехнических свойств контактирующих поверхностей. М., Наука, 1983, 136 с.

Семенов А. П. Износостойкие покрытия, наносимые вакуумными ионно-плазменными методами. — Технология автомобилестроения, 1978, № 7, с. 13—20.

Повышение износостойкости на основе избирательного переноса. (Под ред. Д. Н. Гаркунова.) М., Машиностроение, 1977, 214 с.

Ярошевич В. К. и др. Электроконтактное упрочнение. Минск. Наука и техника, 1981, 256 с.

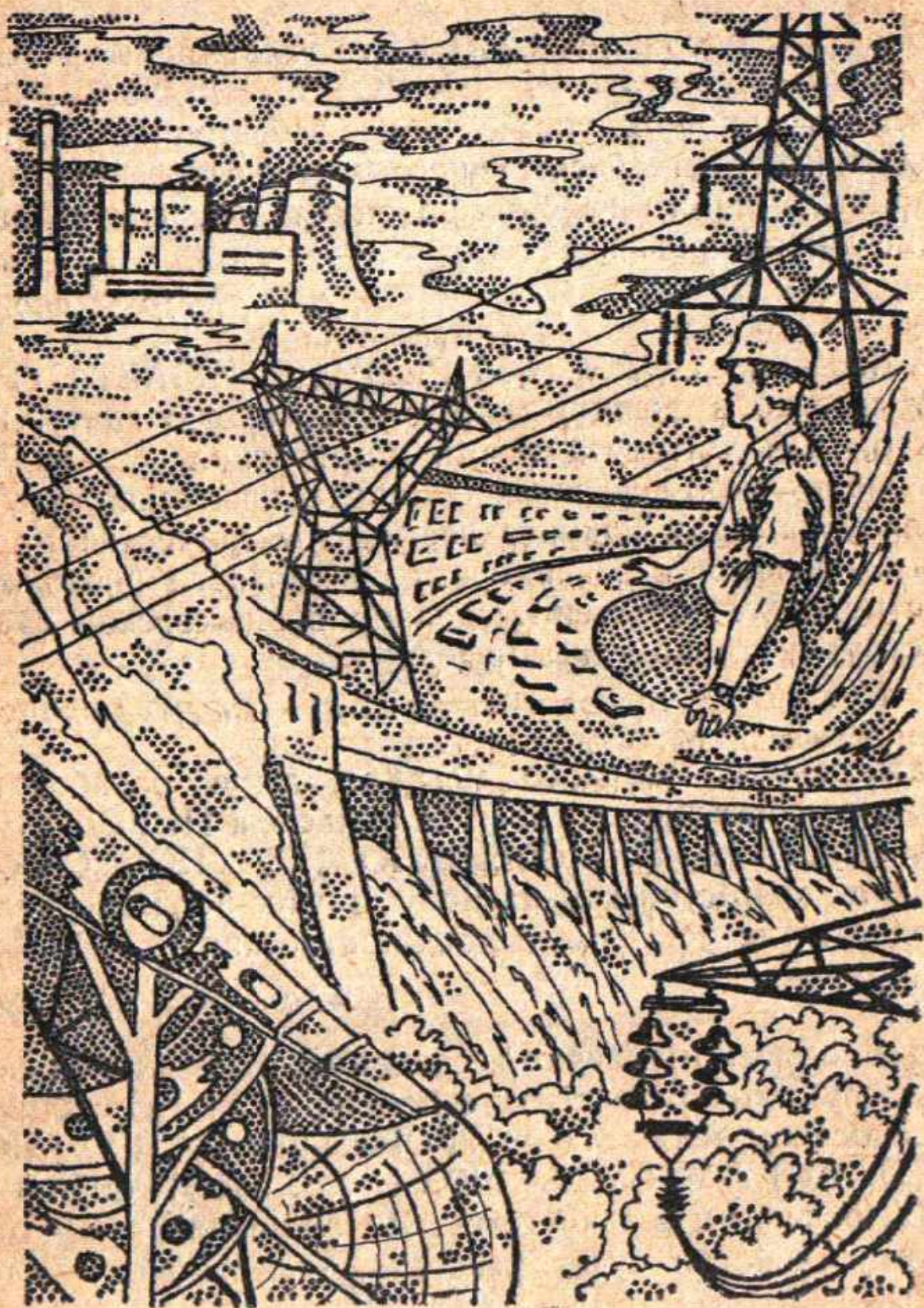
Любимов В. В. и др. Технология и экономика электрохимической обработки. М., Машиностроение, 1980, 192 с.

Белов С. В. Пористые металлы в машиностроении. М., Машиностроение, 1981, 247 с.

Лазерная и электронно-лучевая обработка материалов. Справочник. М., Машиностроение, 1985.

Лукьянов Г. А. Сверхзвуковые струи плазмы. Л., Машиностроение, 1985.

реакционные



приложения

ИЗОБРЕТЕНИЯ, ПАТЕНТЫ, ЛИЦЕНЗИИ

Электроэрозионные СТАНКИ, управляемые ЭВМ, работая одновременно, РАВНЯЮТСЯ НА ЛУЧШЕГО. Система группового управления, изобретенная в Московском институте электронного машиностроения, приняв работу одного из станков за эталон, подтягивает другие до его уровня.

А. с. СССР № 852484

С КАКОЙ СКОРОСТЬЮ РЕЗЕЦ СНИМАЕТ СТРУЖКУ именно в данный момент (что важно знать, например, для автоматического управления резанием), можно с высокой точностью измерить, пропуская стружку через катушку индуктивности. Электрические параметры меняются в зависимости от скорости прохождения стружки. Изобретение сделано в Московском станкоинструментальном институте.

А. с. СССР № 393867

Заготовку из твердого металла легче обработать, если на ее поверхности накатать рельеф, а ПЕРЕД РЕЗЦОМ ПУСТИТЬ ПЛАЗМЕННУЮ ГОРЕЛКУ. Способ изобрели в Ростовском-на-Дону научно-исследовательском институте технологии машиностроения.

А. с. СССР № 774804

Во Всесоюзном научно-исследовательском и проектно-конструкторском институте добычи угля гидравлическим способом изобрели УСТРОЙСТВО, РАЗРУШАЮЩЕЕ ПЛАСТ ЛУЧОМ ЛАЗЕРА И МОЩНОЙ СТРУЕЙ ВОДЫ, бьющими в одну точку. Изобретатели надеются, что их устройство будет работать эффективнее традиционных гидромониторов.

А. с. СССР № 853023

Современный обрабатывающий центр — сложнейшая система: тут и электроника, и автоматика, и телемеханика, но в сложном всегда найдется место для простого. Инженеры из Марийского политехнического инсти-

тута им. А. М. Горького изобрели простое УСТРОЙСТВО ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ СМЕННЫХ ИНСТРУМЕНТОВ В ШПИНДЕЛЕ. Это НЕСКОЛЬКО ВИТКОВ медного провода, ПРЕВРАЩАЮЩИХ ШПИНДЕЛЬ в зоне посадочного отверстия В ЭЛЕКТРОМАГНИТ.

А. с. СССР № 1093436

В Ивановском политехническом институте создана еще одна СМАЗКА, обеспечивающая безызносное трение на основе эффекта избирательного переноса, открытого советскими учеными И. В. Крагельским и Д. Н. Гаркуновым. Она сделана на воде (до 50%). В смазку входит жидкое стекло, что также является новым и формирует противозадириные свойства, и другие компоненты.

А. с. СССР № 891756

Изобретатели Ульяновского политехнического института предлагают ОЧИЩАТЬ АБРАЗИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ СИЛЬНЫМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ, расположив около инструмента охватывающую его седлообразную магнитную катушку, подключенную к импульсному накопителю энергии.

А. с. СССР № 662331

Изобретатели из Института физики АН Латвийской ССР утверждают, что ОТЛИВКА СТАНЕТ ОСОБЕННО МЕЛКОЗЕРНИСТОЙ, а стало быть, и высококачественной, если в начале кристаллизации на расплав воздействовать переменным магнитным полем, а затем до полного затвердевания — постоянным.

А. с. СССР № 1049180

СВАРКА ТРЕНИЕМ СТАНЕТ ПРОЧНЕЕ, если одновременно с вращением пропускать через свариваемые детали электрический ток, постепенно увеличивая его плотность. Изобретение сделано в Московском вечернем металлургическом институте.

А. с. СССР № 688309

Изобретатель из ФРГ предлагает спекать детали из металлических порошков, разогревая шихту непосредственным пропусканием электрического тока, а ЧТОБЫ

ПОРОШОК НЕ ИСКРИЛ, предварительно уплотнять его на 50—75%.

Патент СССР № 1050552

Изобретатели предлагают **ПЕЧАТНУЮ ФОРМУ ИСПОЛЬЗОВАТЬ МНОГОКРАТНО**, применив материал с эффектом памяти, например никелид титана. Рабочую поверхность формы сначала сжимают при 20° С на величину, равную высоте печатных элементов, потом их выделяют лучом лазера, нагревая форму до температуры проявления эффекта памяти (около 70° С), — буквы при этом как бы вырастают из формы. Чтобы стереть выделенный текст или рисунок, форму отжигают. Поверхность ее снова гладкая, и тем же путем можно наносить новую графическую информацию.

А. с. СССР № 984878

Изобретатель предлагает **УПРОЧНЯТЬ СТАЛЬНЫЕ ДЕТАЛИ** многократным **ПЕРЕМАГНИЧИВАНИЕМ** в переменном магнитном поле. Такая обработка повышает усталостную прочность и долговечность изделий.

А. с. СССР № 1047971

Чтобы трубопровод пропускал газ, но преграждал путь огню, по всей его длине ставят огнепреградители — поперечные керамические вставки с отверстиями. Малое отверстие — хорошая защита от огня, но преграда газу. В лаборатории новых процессов горения МЭИ изобрели иной **ОГНЕПРЕГРАДИТЕЛЬ**. На электроды керамической вставки подается высокое напряжение. **ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ НАДЕЖНО ЗАДЕРЖИВАЕТ ПЛАМЯ В ОТВЕРСТИЯХ**, диаметр которых в 3 раза больше критического.

А. с. СССР № 369913

МАГНИТНАЯ ПОДВЕСКА — транспорт будущего. Изобретатели из Харьковского автомобильно-дорожного института предлагают делать магнитопроводы **ИЗ БЕТОНА**, смешивая цемент не с гравием и с песком, а с ферромагнитными и ферримагнитными частицами.

А. с. СССР № 867899

ФОРМОВАННЫЕ ШЛАКОПЕМЗОБЕТОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ легки, но не очень прочны. Изобретатели из

Липецкого политехнического института предлагают обрабатывать такие изделия постоянным током в электролите из жидкого стекла, что повышает не только их прочность, но и жаростойкость.

А. с. СССР № 800169

В НИИ высоких напряжений при Томском политехническом институте им. С. М. Кирова и в Красноярском Промстройинипроекте изобрели ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ одновременной ОЧИСТКИ и обеззараживания СТОЧНЫХ вод электрическими разрядами. В зону разрядов подают электролит, обладающий свойствами коагулянта, который, вобрав в себя вредности, выпадает в осадок.

А. с. СССР № 966021

ЧТОБЫ ЭЛЕКТРОТОК, идущий через электроды плавильной печи, НЕ РАЗРУШАЛ ее огнеупорную ФУТЕРОВКУ, в ней наводят электрическое поле, равное по величине, но противоположное по фазе полю, создаваемому электродами в ее поверхностном слое.

А. с. СССР № 850676

УДОБРЕНИЯ ИЗ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ получают их измельчением в водной суспензии электрогидравлическим ударом при напряжении 35—50 кВ, достаточном для одновременной стерилизации исходных продуктов. Способ изобрели в Киевском научно-исследовательском и конструкторско-технологическом институте городского хозяйства.

А. с. СССР № 968022

КУСКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ можно сортировать по массе или по объему, а изобретатели из Научно-исследовательского и проектно-конструкторского института обогащения твердых полезных ископаемых считают наиболее эффективным сепарацию ПО ВЕЛИЧИНЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ. А чтобы не тратить время на каждый отдельный кусок, электросопротивление измеряют одновременно множеством автономных электрических цепей в разных направлениях.

А. с. СССР № 988379

ЧЕМ СОЛОНЕЕ испытываемая **ВОДА**, **ТЕМ ЯРЧЕ** разгорится **ТЛЕЮЩИЙ РАЗРЯД** между погруженным электродом и электродом, расположенным над ее поверхностью. Таков оригинальный способ определения солености поверхностного слоя воды.

А. с. СССР № 1035499

Иногда важно точно замерить **ТЕМПЕРАТУРУ** и момент завершения фазового **ПЕРЕХОДА ВОДЫ В ЛЕД**. Для точной регистрации этих параметров в Московском геологоразведочном институте изобретен способ использования амплитудно-частотного спектра электромагнитного поля, возбужденного в образце акустическими волнами.

А. с. СССР № 1048385

Изобретатели из ВНИИ электрификации сельского хозяйства считают **ОДНОВРЕМЕННОЕ ПРОПУСКАНИЕ ПАРА И ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА** наиболее эффективным способом обеззараживания почвы. С этой целью электроды обеззараживающего устройства сделаны в виде перфорированных ножей, через которые подается в почву пар.

А. с. СССР № 854319

Предлагают **НОВЫЙ СПОСОБ СБОРА ПЛОДОВ** с кустарников. Куст заключают в заполненную водой герметичную камеру и трясут возбуждаемыми в воде высоковольтными разрядами. Поскольку все происходит в жидкости, плоды почти не повреждаются.

А. с. СССР № 816419

УРОЖАЙНОСТЬ овощей **ПОВЫШАЮТ** обработкой семян **КОРОННЫМ РАЗРЯДОМ**, перед посевом их замачивают в растворах макро- и микроэлементов и несколько секунд выдерживают в электрическом поле.

А. с. СССР № 660612

Чтобы надежнее **УНИЧТОЖИТЬ ВРЕДИТЕЛЕЙ ПОЧВЫ**, в помощь электрошоковому воздействию **ПРИЗВАЛИ ОСТРЫЙ ПАР**, подаваемый через перфорацию в полом электроде.

А. с. СССР № 1028255

Наша промышленность освоила серийный выпуск электроэрозионных и лазерных станков, станков для комбинированной обработки: ультразвуковой и электрохимической, анодно-механической, абразивно-электроэрозионной, алмазно-электроэрозионной и т. д.

Представляем некоторые из этих станков.

Электроэрозионные копировально-прошивочные станки

К станкам этого типа относятся высокоточные 4Д721АФ1, 4Д722АФ1, выпускаемые Каунасским станкостроительным заводом им. Ф. Э. Дзержинского, и станки нормальной точности 4Л721Ф1 Троицкого станкостроительного завода.

Созданы копировально-прошивочные станки более высокого уровня автоматизации, включающие адаптивное и программное управление (по трем координатам). Планетарное движение заготовки проходит в следящем режиме, позиционирование и смена инструмента осуществляются автоматически. Такие станки осваиваются в Троицке.

В числе специальных станков — МА79 для изготовления пресс-форм из твердого сплава, предназначенных для прессования твердосплавных пластин. По сравнению с известными аналогами он более производительен. Его выпускает завод «Станкоконструкция».

Внесены существенные усовершенствования в специальный станок 4Б611 для удаления сломанного инструмента. Его производство освоил Бакинский станкостроительный завод.

Электроэрозионные вырезные станки с ЧПУ

Самые распространенные среди этой группы оборудования — электроэрозионные вырезные станки 4А731 для работы по копиру (наибольший размер вырезаемого контура 160×100 мм) и 4732Ф3 с устройством ЧПУ (наибольший размер вырезаемого контура

200×125 мм). Системы ЧПУ обеспечивают редактирование программы. Станки выпускаются Кироваканским заводом прецизионных станков. Опыт эксплуатации этих станков показал их высокую эффективность, особенно при изготовлении вырубных штампов и пресс-форм.

Лазерные станки

Серийный выпуск лазерных станков с ЧПУ для размерной обработки деталей освоен на заводах «Станкоконструкция» и Троицком станкостроительном. Эти станки обрабатывают изделия независимо от физикомеханических свойств материала. Станки управляются по одной или двум координатам одновременно. Особенно выгодно использовать лазерные станки с ЧПУ при обработке крупных партий деталей.

Созданы три модификации станков с различными характеристиками лазерного излучения, имеющие свои оптимальные области применения.

В станках использована проекционная схема локализации излучения, позволяющая с высокой точностью регулировать диаметр обрабатываемых отверстий и ширину реза в широком диапазоне — от 0,015 мм до 0,3 мм.

Многофункциональная система ЧПУ управляет перемещениями координатного стола с шаговым приводом, работой квантового генератора и различными приспособлениями, которые необходимы для того или иного технологического процесса.

У станков МА82Ф2 излучение непрерывное. Оно модулируется с помощью акустооптического затвора. Станки 4222Ф2 и 4Р222Ф2 работают в режиме как свободной генерации, так и генерации, модулированной ультразвуковыми колебаниями зеркала резонатора. Ультразвуковая модуляция снизила количество жидкой фазы в зоне обработки, исключив образование различного рода напряжений, улучшила качество обработки, увеличила глубину реза.

Эти станки нашли широкое применение в различных отраслях техники: при подгонке печатных фольговых резисторов и изготовлении фотошаблонов, при обработке систем отверстий в деталях электронных устройств газоразрядных приборов и гидравлических фильтров, при вырезке отверстий в керамических платах деталей микроэлектроники, профилировании многогранного режущего

го инструмента из искусственных сверхтвердых материалов.

Станки для комбинированной обработки

Новый шаг в повышении производительности, точности, уменьшении износа инструмента сделан благодаря применению комбинированных процессов формообразования, в которых сочетаются различные электрофизико-химические методы с механическими способами обработки.

Хорошим интенсификатором съема металлов служит ультразвук. Троицкий станкостроительный завод изготавливает комбинированные станки 4Д772ЭФ для ультразвуковой и электрохимической обработки деталей. Недавно завод начал выпускать ультразвуковые станки «СУРН-1» для нарезания резьбы в вязких сплавах. Они в 2—3 раза производительнее своих предшественников.

Улучшены технологические характеристики анодно-механических комбинированных отрезных станков. В качестве режущего инструмента в них использована непрерывно движущаяся стальная лента, разрезающая заготовки и отливки из специальных высокопрочных сплавов диаметром до 1000 мм. Ширина реза составляет всего 1,5—2 мм, что весьма важно в плане экономии металла.

Значительно совершеннее в последние годы стали абразивно-электроэрозионные станки, выпускающиеся на базе шлифовальных. Процессы электроэрозии при шлифовании позволили в 1,5—3 раза повысить режущую способность инструмента и производительность обработки. Износ инструмента уменьшился на 20—40%. В 10—20 раз увеличилась его стойкость. В 1,5—2 раза понизились средние температуры в рабочей зоне. В итоге — бездефектное высокопроизводительное шлифование ряда труднообрабатываемых материалов.

В последние годы организован серийный выпуск алмазно-электроэрозионных шлифовальных полуавтоматов: на Мукачевском станкостроительном заводе им. С. М. Кирова 3Е624ЭР — для заточки напайных твердосплавных резцов из сверхтвердых поликристаллов; на Саратовском станкостроительном заводе 3К227ВР — для внутреннего шлифования; на Ленинанканском заводе 3К12Р — для наружного круглого шлифования.

Ведется успешная разработка метода комбинирован-

ной электроэрозионной и электрохимической обработки. Благодаря созданию больших плотностей мощности на малых площадях достигнута линейная скорость съема обрабатываемого материала, измеряемая десятками миллиметров в минуту. При такой производительности экономически выгодно заменить операции сверления электрофизикохимической обработкой деталей из специальных сплавов.

По материалам журнала «Станкоимпорт ревю»

Роботы для новых технологий

Внедрение новых технологий вызвало появление и новых роботизированных технологических комплексов. Именно в таких высокопроизводительных системах применение роботов наиболее технически оправдано и экономически выгодно.

В ПКТИтяжмаше разработан перенастраиваемый манипулятор для термической резки профильного проката (двутавр, тавр, швеллер, зетовый профиль) по копиру. Манипулятор снабжен системами автоматического зажигания факела резака и подачи газов. Работой манипулятора управляет цикловая система программного управления дискретного действия, но возможна работа и в наладочном режиме. Непосредственно механизм поворота резака имеет копирные ролики, которые и взаимодействуют с необходимым копиром. Скорость резки от 7 до 70 м/ч. Точность позиционирования $\pm 0,5$ мм; время перенастройки 0,15 ч. Кроме резки профильного проката манипулятор можно применить для разрезания сварных и гнутых профилей в судостроении, вагоностроении, подъемно-транспортном машиностроении. Внедрение манипулятора повышает точность и качество резки металла, исключает ручную разметку заготовок.

Экспериментальный НИИ кузнечно-прессового машиностроения предлагает ковочный комплекс с электронной системой управления для производства поковок массой до 500 кг широкой номенклатуры (гладких и ступенчатых валов, фланцев, колец и т. д.).

Для всех отраслей народного хозяйства пригодится автоматический транспортный робот-электрогрузовоз, который позволяет перевозить грузы над проходами, проездами и оборудованием.

*По материалам выставки
«Промышленные роботы», ВДНХ*

ТЕХНИКА ЗА РУБЕЖОМ

Порошок в прокатном стане. Фирма «Миксэллой» (Уэльс) разработала технологию прокатки полосового металла непосредственно из порошка. На начальном этапе этой безотходной технологии порошок сплава смешивается с водой и целлюлозным связующим, а из получаемой пасты делают ленту. После высушивания движущаяся лента сжимается между валками и спекается в печи. Связующее удаляется из металла на самых ранних стадиях спекания, и лента приобретает достаточную прочность для дальнейшей обработки — прокатки до заданной толщины. Максимальная ширина выпускаемых сейчас полос из сплавов никеля и кобальта составляет 300 мм.

Бюллетень «Лондон пресс сервис» (Англия), 1983 г.

Штамповка с фосфором. Японская фирма разработала процесс холодной штамповки с использованием новой смазочной жидкости. Сейчас для предотвращения сварки штампа с изделием во время штамповки, при которой выделяется большое количество тепла, применяется сложный, требующий много времени процесс фосфоризации поверхности изделия. Чтобы избежать этого, предлагают добавлять состав, содержащий фосфор, в смазочную жидкость. В результате на штампуемом изделии под влиянием выделяющегося тепла образуется прочная твердая пленка, которая эффективно предотвращает сварку штампа с изделием.

Бюллетень «Хитати ньюс леттер» (Япония), № 8, 1984 г.

«Черепица» для палубы. Фирма «Белзона молекуляр» разработала дешевое и прочное покрытие для судовых палуб и надстроек, представляющее собой шероховатую пленку вроде кровельной черепицы. Два компонента этого покрытия смешиваются перед нанесением на поверхность и образуют макромолекулярные структуры, в которых керамические микрочастицы находятся во взвешенном состоянии. Первый слой такого покрытия диффундирует в материал палубы. Второй слой покрытия защищает поверхность от внешней среды.

Бюллетень «Лондон пресс сервис» (Англия), 26 августа 1983 г.

Плазма извлекает металл из отходов. Шведская фирма построила плазменную установку для извлечения ценных металлов из пыли, которая на металлургических заводах попадает в камеры пылеуловителей с тканевыми фильтрами. Эта установка будет перерабатывать 50 000 т такой пыли в год и извлекать из нее чугун, цинк и свинец. Электрический ток подводится к двум медным электродам, которые ионизируют газ, проходящий через центр генератора плазмы, и обеспечивают его нагрев до температуры 3000—10 000° С.

«Файненшл тайм» (Англия), 8 июня 1984 г.

Плазма — машиностроитель. Фирма «Дженерал электрик» разрабатывает технологию изготовления деталей плазменным напылением металлов или сплавов. Напыление производится в вакуумной камере, а металл или сплав в виде порошка впрыскивается в плазменную пушку, где мгновенно плавится в плазме с температурой 1110° С. Капельки жидкого металла вылетают из пушки с высокой скоростью и при ударе о подложку быстро остывают. Толщина напыляемого металла или сплава, который может иметь практически любой состав, увеличивается слой за слоем до получения требуемого значения, после чего подложку удаляют травлением или обработкой на станке, и остается деталь требуемой формы с очень плотной мелкозернистой структурой, благодаря которой она приобретает высокую прочность на разрыв и термическую усталость. По такой технологии можно изготавливать детали с заданными свойствами на различных участках, например, турбинные лопатки с внешним слоем из сплава с высокой коррозионной стойкостью и внутренней частью из сплава с высокой структурной прочностью.

«Хемикал инжиниринг ньюс» (США), том 62, № 13, 1984 г.

Сверхпроводящий магнит — фильтр. В Саутгемптонском университете (Англия) создан сверхпроводящий цилиндрический магнит для отделения парамагнитных частиц микронного размера. Ферромагнитная матрица, изготовленная из металлической сетки или металлических шариков и помещенная во внешнее магнитное поле, создает большие магнитные градиенты и большие поверхности, к которым притягиваются магнитные части-

цы. Подлежащие разделению материалы пропускают через матрицу в виде суспензии. Ценные металлы этим методом можно извлекать из отвалов отработанной руды. Такой метод можно использовать и для удаления вредных примесей из промышленных сточных вод.

«Десаинг ньюс» (США), том 39, № 19, 1983 г.

Порошковая металлургия в стеклянном контейнере. Фирма «Юниверсал-Циклопс спешиэлти стил» предложила использовать для изготовления из металлических порошков заготовок стеклянные контейнеры вместо металлических, которые применяют при получении таких заготовок методом горячего изостатического прессования (ГИП). При использовании ГИП порошок засыпается в металлические контейнеры, которые завариваются и устанавливаются в изостатический пресс, где на него воздействует газ под давлением 1055 кг/см^2 и температура 1090°C . После уплотнения порошка металлический контейнер снимается с полученной заготовки посредством механической обработки или химическим методом. При новом методе «уплотнения при атмосферном давлении» производится химическая обработка порошка с целью очистки и создания условий для диффузного соединения частиц, и порошок засыпается в стеклянный контейнер. Из контейнера откачивают воздух, и он герметически закрывается — стеклянная трубка, через которую засыпали порошок, оплавляется. Заполненный порошком контейнер помещается в огнеупорный тигель, засыпается песком и нагревается до температуры 1090°C в обычной печи. Нагрев вызывает отверждение порошка. При последующем охлаждении стеклянный контейнер разбивают, заготовку извлекают. Причем без применения механических или химических способов извлечения.

«Авиасьон вил енд спейс технолоджи» (США), том 116, № 16, 19 апреля 1982 г.

Новые технологии, методы, принципы (Выпуск 1).
Н 76 Сб. статей/Сост. Б. В. Зубков. — М.: Знание,
1985. — 64 с. — (Новое в жизни, науке, технике.
Сер. «Техника»; № 12).

11 к.

Рассказывается о принципиально новых направлениях в технологии, использующей электрофизикохимические процессы и методы воздействия на различные материалы. Технология привлекательна своей универсальностью — она находит применение в металлообработке, пищевой и легкой промышленности, при хранении плодов и урожая, в сельском хозяйстве. В приложении — советские изобретения и зарубежная информация.

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

2704010000

ББК 34.55
6П4.6

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, МЕТОДЫ, ПРИНЦИПЫ (ВЫПУСК 1)

Главный отраслевой редактор Л. А. ЕРЛЫКИН

Редактор Г. И. ФЛИОРЕНТ

Мл. редактор И. Р. МЕРКИНА

Обложка художника Э. К. ИППОЛИТОВОЙ

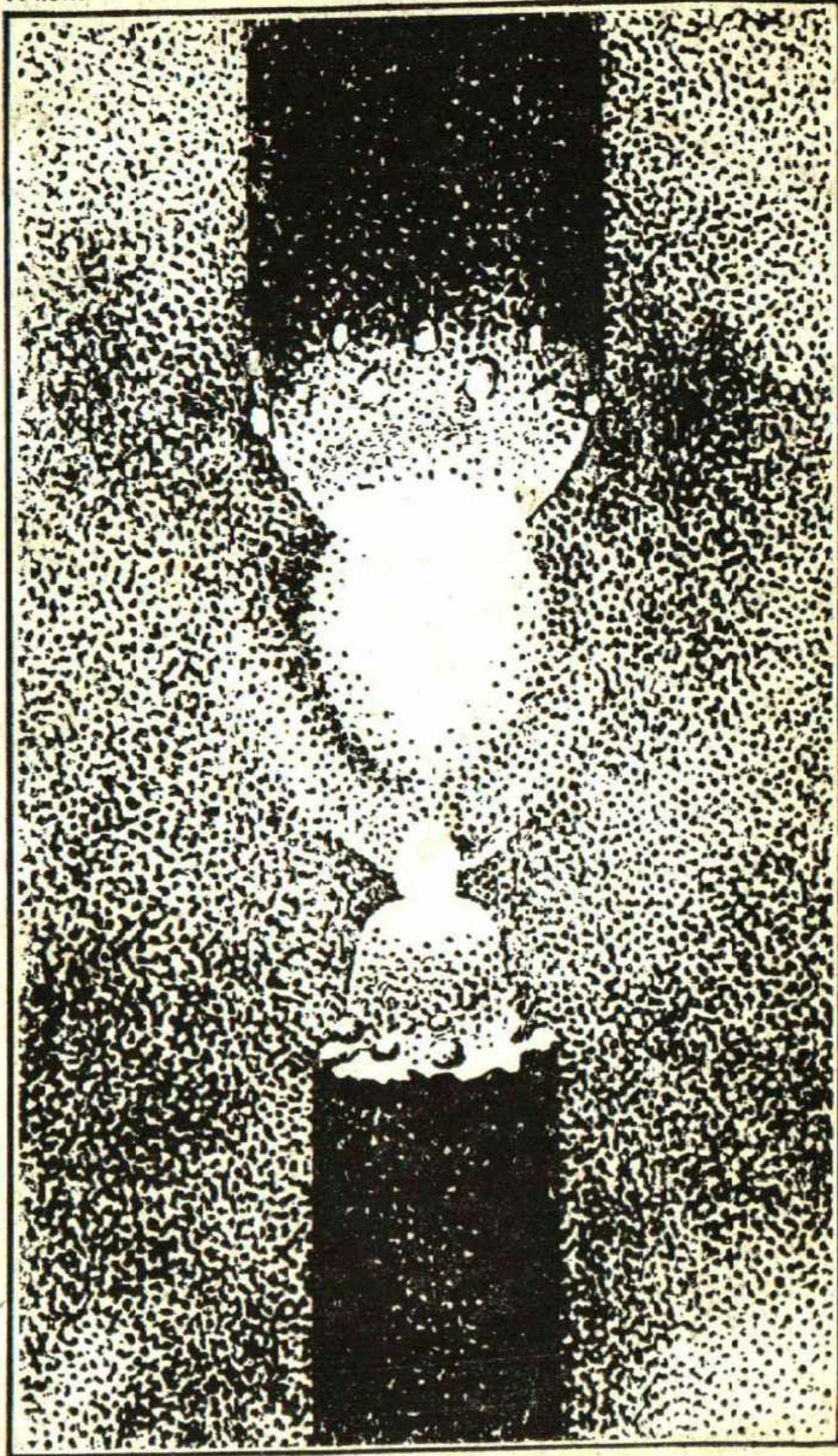
Худож. редактор Т. С. ЕГОРОВА

Техн. редактор С. А. ПТИЦЫНА

Корректоры В. В. КАНОЧКИНА, И. Н. ТЕРЕХОВСКАЯ

ИБ № 7679

Сдано в набор 03.10.85. Подписано к печати 21.11.85. Т 21261. 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. 3,43. Тираж 46 010 экз. Заказ 2158. Цена 11 коп. Издательство «Знание». 101835, ГСП, Москва, Центр, проезд Серова, д. 4. Индекс заказа 854412.
Типография Всесоюзного общества «Знание», Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4.



СЕРИЯ
ТЕХНИКА