

В. П. СЕДЕЛЬНИКОВ

Всесильная ХИМИЯ

Научно-популярные очерки

ДОНЕЦК
«ДОНБАС»
1987

ББК 65.9(2)304.17
С28

Рецензенты Г. Л. Беленькая, Т. Ф. Лимарь

Седельников В. П.

С28 Всесильная химия: Науч.-попул. очерки. —
Донецк: Донбас, 1987. — 239 с. — (В пер.):
65 к., 5000 экз.

Книга рассказывает о достижениях и возможностях химической промышленности Донбасса, о том, как химия ускоряет научно-технический прогресс, совершенствует производство, украшает наш быт.

Рассчитана на широкий круг читателей.

С 1801000000-066
М213(04)-87 БЗ-10-3-87

ББК 65.9(2)304.17
33В:6П7

МАСТЕРИЦА НА ВСЕ РУКИ

Мы живем в эпоху, когда химия стала поистине всесильной, проникла во все сферы хозяйства и быта. Со дня своего рождения, еще не осознавая этого, человек вступает в общение с ней. Малыш получает от нее ионитное молоко, яркие игрушки, школьник — портфель и пенал, ручку и линейку, баскетбольный мяч и настольную лампу.

Химия оказывает огромное влияние на научно-технический прогресс, участвует в каждом достижении науки и техники. Без нее нельзя выплавить металл, построить корабль, сделать автомашину. Она превращает газы в удобрения и пластические массы, уголь — в краски и лекарства, нефть — в топливо и белки, древесину — в бумагу и искусственное волокно, умножает плодородие земли, защищает почву и урожай, облегчает труд людей, одевает и обувает их.

«Три основные проблемы человечества, — пишет известный советский ученый академик В. А. Легасов, — имеют существенный химический аспект: продовольственная зависит от успехов агрохимии; энергетическая — от химии переработки углей, ядерного топлива; экологическая — от новых малоотходных производств, эффективных процессов обезвреживания выбросов».

Химизация народного хозяйства — это не только создание мощной химической промышленности, но и внедрение во все отрасли новейших химических методов переработки веществ, широкое применение разнообразных химических продуктов. Полимерные и особо чистые вещества ускоряют научно-технический прогресс в машиностроении. Решению научно-технических проблем в электронной и радиопромышленности, ракетно-космической технике служат новые конструкционные и электроизоляционные материалы, пластмассы

инженерно-технического назначения, высоконаполненные полимеры, стеклоармированные пластики и композиты, лаки высокой термостойкости. Эффективность производства в добывающих отраслях повышают флотореагенты, химикаты для буровых работ.

Химические производства имеют высокую экономическую эффективность и быстро окупаются. Последние 25 лет они развиваются быстрее промышленности в целом. За этот период объемы выпуска продукции химических и нефтехимических предприятий возросли более чем в 8 раз. Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года предусмотрено увеличить объем производства продукции в химической и нефтехимической промышленности к 1990 году на 30—32 процента, а в последующее десятилетие — в 1,8—1,9 раза по сравнению с 1990 годом.

Важным звеном народного хозяйства является химическая промышленность Донбасса. Она представлена более чем 60 предприятиями, среди которых крупнейшие в отрасли Северодонецкое производственное объединение «Азот», Рубежанское производственное объединение «Краситель», Горловское производственное объединение «Стирол», Славянское производственное объединение «Химпром». Сырьевая база у нее мощная: каменный уголь, горючий газ, поваренная соль, мел, калийные соли, плавиковый шпат, каолин, доломит, киноварь.

Современная химия донецкого края — это удобрения и кислоты, пластмассы и краски, ферритовые порошки, химические реактивы, особо чистые вещества и многое другое. По производству минеральных удобрений, фталевого ангидрида, антраценовой сажи, кальцинированной и каустической соды она занимает ведущее место на Украине, а по выпуску синтетических смол ей принадлежит первое место в стране.

Удивителен мир химии. Знаниями и трудом своим человек все больше покоряет его, заставляет служить себе.

КЛАДОВЫЕ ХИМИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

Сырье химия берет в кладовых природы — живой и неживой. Живая природа дает ей растительное и животное сырье, неживая — минеральное, горючие ископаемые. Велики богатства наших недр. Но до революции они почти не использовались. Из Африки и с далеких островов Тихого океана в Россию везли фосфориты, из Чили — селитру. «Глину привозят из-за границы», — с горечью писал русский ученый, будущий советский академик В. И. Вернадский.

Сегодня наша химическая промышленность полностью обеспечивается отечественным сырьем. И если во времена М. В. Ломоносова использовались лишь два десятка встречающихся в природе химических элементов, то ныне около ста из них служат людям. Служат благодаря химии.

НА ЧТО ГОДНО ДЕРЕВО?

Трудно сейчас установить, что было первым химическим сырьем. Может быть, природные рассолы поваренной соли, из которых человек научился получать чистый продукт и стал приправлять им пищу. Возможно, руда меди, металла, известного в глубокой древности. Или сажа, из которой делали краски. Но скорее всего самым первым химическим сырьем была древесина.

С давних пор лес кормил, одевал человека, защищал его от врагов. Дерево было сырьем, годным

к немедленному употреблению. Из него человек строил себе дом, делал мебель, телегу и сани, лодку и зыбку, балалайку и лыжи. Лучиной освещались крестьянские избы. Целебным соком березы лечили больных. Дубовые желуди использовали для приготовления хлеба.

Но люди долго не могли постигнуть связь леса, воды и земли. В результате были полностью вырублены леса в Древней Греции, уничтожены великолепные дубовые и буковые леса на Аппенинском полуострове, исчезли прекрасные тисовые рощи на Крымском полуострове. С конца XVII века, когда в европейских странах стала бурно развиваться металлургия, а металл плавил на древесном угле, последовало дальнейшее катастрофическое сокращение лесов. Ученые даже подсчитали, когда в Англии будет срублено последнее дерево. И все же леса и в Англии, и в других странах сохранились: при плавке металла стали использовать каменный уголь.

Когда-то и большую часть севера Донбасса занимали дубовые и грабовые леса. Как свидетельствуют географические карты петровских времен, лесистость Донецкого края составляла в начале XVIII века около 46 процентов. С развитием промышленности эти леса были практически полностью вырублены. Ныне в Донбассе около полумиллиона гектаров искусственных лесных насаждений, его лесистость поднялась до 13 процентов.

Промышленность края получает древесину из вологодских и архангельских лесов, из Сибири и Карелии. Из нее готовят крепежные стойки для шахт, тару на химических предприятиях, брусы в металлургии для укладки металла при транспортировке, и, конечно же, много ее идет на строительство и для изготовления мебели.

Древесина нужна народному хозяйству, без нее не обойтись. Но опасность уничтожения лесу не грозит: ежегодно высаживается деревьев больше, чем вырубается. Улучшается использование лесных ресурсов. Благодаря химикам идет в дело и та древесина, которую называют почему-то малоценной, начиная с сучьев на поляне и кончая опилками и щепками. Отходы ее переработки подвергают воздействию аммиака, прессованию и сушке — получают пластифицированную древесину, которая применяется не только для изготовления мебели, паркета, но и в технике — в качестве втулок, вкладышей подшипников, пальцев соединительных муфт, ткацких станков. А если дерево не прессовать, а лишь пропитать синтетическими смолами, то его можно сделать более прочным, водостойким. Во многих случаях такая химически обработанная древесина заменяет даже черные и цветные металлы.

В глубокой древности люди стали заниматься углежжением. А это уже химический процесс. Много столетий назад научились изготавливать из древесины деготь. Лучшим сырьем для него оказалась березовая кора — береста. Из сока хвойных деревьев — живицы — извлекали скипидар и канифоль, а в прошлом веке из древесины получали уксусную кислоту и метиловый спирт. Сейчас химическая переработка древесины дает свыше двадцати тысяч наименований продукции. «Кладя полено в печь, — пишет Леонид Леонов в романе «Русский лес», — вы сжигаете волшебные материалы, перечень которых вряд ли когда-нибудь химия исчерпает до конца».

Из древесины получают целлюлозу — высокомолекулярное химическое соединение, состоящее из молекул-гигантов. Если, например, на отрезке

в один дециметр можно разместить более 200 миллионов молекул воды, то молекул целлюлозы на таком же отрезке разместится всего лишь около 20 тысяч. Целлюлоза — это исходный материал для производства бумаги, искусственного волокна, пластических масс, искусственной кожи.

Бумагу длительное время получали из тряпья. Но где его возьмешь столько?! И ученые предложили вместо тряпья древесину: по составу она схожа с льном и хлопком.

Крупный потребитель целлюлозы — производство искусственного волокна. Первые образцы искусственного шелка демонстрировались на Парижской выставке в 1889 году. Правда, получен этот материал был еще из хлопка и стоил очень дорого. Сейчас более 70 процентов всех химических волокон в нашей стране вырабатывается из целлюлозы.

Наиболее распространены вискозные волокна. Их получают, обрабатывая целлюлозу сначала раствором едкого натра, затем сероуглеродом. Далее вискозу продавливают через фильтры в осадительную ванну с водным раствором серной кислоты и ее солей. Струйки вискозы затвердевают, превращаясь в нити.

Вискозные шелк и штапель выдерживают нагрев до 120 градусов, обладают хорошей прочностью. Из них изготавливают белье, чулки, платья, ковры. Корд вискозный применяют для автомобильных шин. Широко распространено также ацетатное волокно, оно водостойко, эластично. Растет производство искусственной кожи из целлюлозы. Из нее делают обувь и чемоданы, портфели и папки, сумки и ремни. На основе эфиров целлюлозы вырабатываются искусственный мех, лакокрасочные материалы, бездымный порох.

Издавна мы пользуемся глазными каплями. Но вот в последнее время в аптеках нам стали предлагать это лекарство в ампулах. Обычные капли больным нужно вводить в глаз несколько раз в день, так как они быстро смываются слезой. Теперь в состав препарата включена одна из модификаций целлюлозы, которая препятствует смыванию лекарства. Капли из ампул достаточно ввести один раз, и их лечебное воздействие будет эффективно в течение всего дня.

В Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года намечено в двенадцатой пятилетке увеличить выпуск целлюлозы на 19—22 процента, значительно расширить выпуск бумажно-беловых товаров и обоев, а также бумаги и картона для упаковки и расфасовки товаров и для бытовых нужд.

Комплексная программа химизации народного хозяйства СССР на период до 2000 года предусматривает обеспечить экономию 7,5 миллиона кубических метров древесины. Переработку древесины химическими методами намечено довести до 50 процентов от общего объема. В целлюлозно-бумажной промышленности шире будут использоваться прогрессивные химические материалы.

Немалый интерес для химической промышленности представляют хлопок, лен, подсолнечник и другое растительное сырье. Они дают антибиотики, крахмал, витамины, краски. А из тонны кукурузной кочерыжки можно добыть полсотни килограммов великолепного синтетического волокна — нейлона.

«Жил старик со своею старухой у самого синего моря...» В наши дни на месте сказочной золотой рыбки все чаще оказываются химики: они застав-

ляют служить людям чудодейственные силы морских глубин. Основой многих лекарственных препаратов стали вещества, которые содержатся в морских звездах, медузах, моллюсках, ядовитых рачках. Полезными сочли фармацевты как раз те сильнейшие токсины, которые не позволили использовать некоторые разновидности морских рыб в кулинарии.

Не ослабевает интерес химиков к водорослям. Когда-то их вылавливали, сушили, сжигали и из золы получали карбонат калия — поташ. Производством поташа занимался и французский химик Бернар Куртуа. Обработывая золу водорослей серной кислотой, он обнаружил выделение фиолетовых паров какого-то неизвестного вещества. Так в 1811 году им был открыт йод.

Журнал Всесоюзного химического общества рассказывает любопытную подробность этого открытия. У Куртуа в одной бутылки была приготовлена смесь из золы морских водорослей, настоянная на спирте, в другой — серная кислота. Вдруг находившийся в комнате кот прыгнул и столкнул стоящие рядом сосуды. Они разбились, и жидкости смешались. С пола стали подниматься клубы сине-фиолетового пара, образующие при оседании кристаллы с металлическим блеском и едким запахом. Это был йод. «Новое вещество,— писал Куртуа,— осаждается в виде черного порошка, превращающегося при нагревании в пары великолепного фиолетового цвета. Удивительная окраска паров нового вещества позволяет отличить его от всех доныне известных веществ».

И до сих пор йод добывают из морских водорослей. В тонне высушенной морской капусты — ламинарии — содержится около 5 килограммов этого важного элемента. Английский ученый Алек-

сандр Флеминг использовал смесь полисахарозов, содержащихся в клетках красных водорослей, в качестве питательной среды для получения пенициллина. Это был первый антибиотик. Петр Первый, Джордж Байрон, Д. И. Менделеев, Лев Толстой умерли от воспаления легких. Сейчас смерть от этого заболевания — редкое явление. Между жизнью и смертью встали пенициллин и другие антибиотики.

Из водорослей изготавливают альгиновую кислоту, каррагинин и другие медицинские препараты, маннит, применяемый как химический реактив и сгуститель красок. Водоросли служат сырьем для выработки агара. В Одессе находится один из крупнейших в мире заводов по производству этого ценного растительного желатина.

Широко используют химики и животное сырье. Из него получают клей, костную муку, медикаменты. Например, на Донецком мясокомбинате организовано производство органотерапевтических препаратов. Животные жиры идут на выработку глицерина и мыла. Если бы популярный герой произведений Ильи Ильфа и Евгения Петрова Остап Бендер жил в наше время, то едва ли бы он стал прикрывать свою контору «Рога и копыта». Дело в том, что сегодня эти отходы животноводства перерабатываются в белковый концентрат, пользующийся большим спросом.

ПРОФЕССИИ ПОВАРЕННОЙ СОЛИ

Есть в Артемовске во Всесоюзном научно-исследовательском институте соляной промышленности необычный музей — музей соли. Здесь собраны образцы соли почти со всех уголков земли. На полках — белые, темно-серые, голубые, красно-

ватые, полосатые кристаллы, добытые в Якутии, Забайкалье, Казахстане, Туркмении, Армении, Белоруссии, в Карпатах и Донбассе. Отдельную экспозицию составляют кристаллы из недр Западной Германии, Англии, Греции, Голландии, Франции, Японии.

Поваренная соль является важнейшим видом минерального сырья. Хлористый натрий был одним из самых первых химических продуктов, освоенных человеком. Природа запасла огромные количества соли — в земле, в морях, в озерах. Солью, извлеченной из Мирового океана, можно было бы засыпать всю сушу слоем в 130 метров. В далекие времена шли кровопролитные войны за обладание соляными промыслами. В Китае и Индии соль облагали налогами, взимали пошлину с соли и на Руси.

Древнейшее применение соли — консервация продуктов. Еще Геродот писал о специальных рыбосолеельнях в Египте, солили египтяне и мелкую птицу. Мясо, обработанное солью, было главным продуктом питания участников знаменитых морских путешествий Магеллана и Колумба, Беринга и Кука, Головнина и Лазарева. А в Голландии даже поставлен памятник рыбаку, который, по преданию, изобрел способ соления сельдей.

Сейчас ежегодно добываются миллионы тонн поваренной соли. По ее запасам Донбасс занимает одно из ведущих мест в стране. Восемнадцать пластов насчитывает Артемовское месторождение каменной соли, здесь ее добывают на глубине 120—250 метров. В соляные копи возле Артемовска спускался во время своей поездки по донецкому краю весной 1888 года Д. И. Менделеев. После черных галерей каменноугольных шахт сказочные залы соляных рудников поразили его своей красотой

и величием. Любуясь фантастическими подземными соляными залами, он думал о том, что соль — прежде всего великолепное сырье для химиков, это и отметил в своих записях.

Ныне ордена Трудового Красного Знамени рудоуправление «Артемсоль» дает 45 процентов всей добычи соли в стране. К северо-востоку от Артемовска расположено Новокарфагенское месторождение соли, поставляющее химическое сырье для Лисичанского содового завода. Двадцать пять пластов каменной соли содержит Славянское месторождение, где ее добывают из рассолов на глубине до 540 метров.

Поваренная соль находит самое широкое применение. Metallурги пользуются ею при обжиге руд и очистке металлов. В кожевенной промышленности с ее помощью предохраняют кожи от гниения. Нужна она и в шахте. Около 80 процентов всех подземных выработок проводятся ныне взрывным способом. Вот горняки бурят шпуры. Для ускорения и облегчения этого процесса раствор поваренной соли нагнетают в пласт или наносят на поверхность пород: соль понижает их твердость и облегчает механическое разрушение.

Медики используют соль для получения физиологических растворов и лекарств. Недостаток йода в организме вызывает заболевание щитовидной железы. Для профилактики этого заболевания промышленность вырабатывает особый вид соли — йодированную. Технология ее проста: на одну тонну поваренной соли добавляют 25 граммов йодистого калия.

Но никто в потреблении соли не может конкурировать с пищевиками. Кроме химиков. Современная химическая промышленность использует до сорока процентов вырабатываемой поваренной

соли. Миллионы тонн хлористого натрия требуются для производства соды, едкого натра, металлического натрия и других продуктов.

Под общим названием «сода» подразумевают несколько химикатов. Из них важнейшую роль играет кальцинированная сода. Этот белый кристаллический порошок был известен еще до нашей эры: соду добывали из природных залежей или золы морских водорослей. А в прошлом веке ее стали изготавливать искусственно из поваренной соли.

Первый промышленный способ получения соды из поваренной соли разработал французский химик-технолог Никола Леблан. Это было в конце восьмидесятых годов XVIII века. В то время химики уже знали, что в состав поваренной соли и соды входят атомы натрия. Не одну сотню опытов провел в своей небольшой парижской лаборатории Леблан: обрабатывал поваренную соль серной кислотой и получал серно-кислый натрий, или, как его называли, глауберову соль; смесь глауберовой соли, известняка и угля нагревал в печи, а затем содовый плав выщелачивал водой и выпаривал.

Этот метод признали самым эффективным. Леблан получил премию Французской академии наук и построил первый в мире содовый завод, позже его назначили управляющим пороховым и селитровым производством республики. Но в дальнейшем судьба ученого была трагической: подарив республике секрет своего изобретения, он сам стал жертвой ловких предпринимателей.

Соду по способу Леблана получали почти целое столетие. Правда, были у него и свои недостатки: громоздкость оборудования, высокие температуры, большое количество отходов. В 70-х годах прошлого века в промышленность внедряется новый, так называемый аммиачный способ получения соды:

раствор поваренной соли обрабатывали аммиаком и углекислым газом, а выпавший осадок прокаливали до превращения его в кальцинированную соду.

В развитии содовой промышленности в России огромную роль сыграл Донбасс. Побывав здесь, великий русский химик Д. И. Менделеев писал: «Тут все условия, чтобы сделать дешевую соду и всякие соли и кислоты содовых заводов... Богатства донецкого края зовут туда русских деятелей».

Но вместо русских деятелей в Донбасс устремились иностранные предприниматели, и в частности известный бельгийский король соды Сольве. Акционерное общество «Любимов, Сольве и К» в 1892 году ввело в строй недалеко от Лисичанска Донецкий содовый завод. Это было крупное по тому времени предприятие, на котором соду получали аммиачным способом. Чтобы восполнить потери аммиака, использовали сульфат аммония, который впоследствии заменили аммиачной водой. В 1898 году начал действовать Славянский содовый завод, изготовлявший соду по несколько измененному аммиачному способу. Сооружение этих предприятий позволило почти прекратить ввоз соды из-за границы, а в начале XX века на них было организовано производство хлора и каустической соды.

Ныне Лисичанский ордена Ленина содовый завод имени В. И. Ленина дает четвертую часть общесоюзного производства кальцинированной соды и более половины — республиканского. В Славянске построен новый содовый завод, который вместе со старым заводом вошел в состав производственного объединения «Химпром». Это одно из крупнейших содовых предприятий Европы. На нем установлены новые, более совершенные и экономич-

ные аппараты повышенной единичной мощности. На содовых заводах Донбасса внедряется комплексная автоматизация основных технологических процессов. Содовую промышленность Украины представляет и Крымский содовый завод, работающий на привозной каменной соли, которую поставляет рудоуправление «Артемсоль».

Поваренная соль легко растворяется в воде. При этом молекулы ее распадаются на ионы хлора и натрия. Понятие «ионы» ввел в химию знаменитый английский ученый Майкл Фарадей. Он обнаружил, что электрический ток проходит через растворы солей, кислот и щелочей, и объяснил это явление наличием в растворах электрически заряженных частиц — ионов. Положительно заряженные ионы Фарадей назвал катионами, отрицательно заряженные — анионами. Если через раствор поваренной соли пропускать электрический ток, то у анода выделяется хлор, а у катода разряжаются ионы водорода. Одновременно происходит накопление ионов натрия и гидроксильных ионов, то есть получается гидроокись натрия, или каустическая сода. Ее вырабатывают на содовых заводах Донбасса.

Главный потребитель каустической соды — мыловаренная промышленность. Много каустика нужно нефтехимикам для очистки продуктов переработки нефти, текстильщикам для производства искусственного шелка. Он служит исходным сырьем для получения металлического натрия. А натрий сегодня это не только нужный легкий металл, но и один из важнейших катализаторов в производстве синтетического каучука.

Другой продукт, получаемый при электролизе поваренной соли, — хлор. У него ныне десятки мирных профессий. Но одним из первых применений этого газа было использование его как оружия

массового уничтожения. Шла первая мировая война. Изрытые траншеями бельгийские поля. Возле города Ипр оборону держали французы. Апрельским днем 1915 года от германских окопов в их сторону надвинулось несколько желто-зеленых облаков. И началось страшное: солдаты слепли, задыхались. Это был хлор — первое боевое отравляющее вещество.

А через два года под Ипром впервые было применено отравляющее вещество, названное впоследствии ипритом. Оно также содержало в своем составе атомы хлора. Известный французский романист Роже Мартен дю Гар в книге «Семья Тибо» описал страдания одного из главных героев романа, отравленного ипритом в ноябре 1917 года на фронте в Шампани. Газовые атаки устраивались и на Восточном фронте против русских войск. Для того времени огромное значение имели работы выдающегося русского химика Н. Д. Зелинского, который изобрел противогаз.

От хлора гибнут насекомые и микроорганизмы. Поэтому раствор хлора в воде издавна рекомендовался как дезинфицирующее средство. Стало обязательным хлорирование водопроводной воды. Хлор вводят в безопасных для человеческого организма дозах, чтобы уничтожить в воде болезнетворные микробы, устранить неприятные привкусы и запахи.

Буквально переворот произвел хлор в отбеливании тканей. Вспомните, как в прошлом веке отбеливали ткани: зимой их выстилали на снег, а весной и летом — на луга и поля под лучи солнца. Из некоторых европейских стран ткани для отбеливания везли даже в Африку. А сейчас покупают в магазине содержащий хлор отбеливатель, готовят его раствор и выдерживают в нем отстиранную вещь

около часа при подогреве. Затем остается лишь прополоскать белье, и белизна его обеспечена.

С развитием промышленности области применения хлора расширились. Этот газ привлек внимание металлургов. Многие металлы из числа редких — титан, цирконий, тантал, ниобий, редкоземельные — обычно содержатся в минералах в таком виде, что для их извлечения требуется так называемое вскрытие руды. Такие руды хлорируют, то есть обрабатывают газообразным хлором. Эта операция позволяет извлечь нужные компоненты в виде хлоридов. Ну а хлориды легко разделить, очистить и получить из них металл.

Ныне хлорирование является основным методом в технологии титана. Его преимущество перед другими состоит в том, что он обходится без сточных вод и сбросов в атмосферу. Хлорирование титано-содержащих руд ведут в шахтных электропечах или в аппаратах кипящего слоя. Благодаря реакционной способности хлора весь титан, содержащийся в руде, извлекается из нее.

Большое количество хлора идет на производство соляной кислоты (водный раствор хлористого водорода). Получают ее из хлора и водорода в контактной печи, сделанной из специальной стали. Газы подают в печь через горелку, которая состоит из двух труб, вставленных одна в другую. Сухой хлор поступает во внутреннюю часть трубы, а водород — в наружную. На выходе они соединяются с образованием пламени. Полученный хлористый водород направляют на поглощение водой в специальных поглотительных башнях.

Реакция образования хлористого водорода из хлора и водорода — это цепная реакция, связанная с появлением свободных радикалов, активнейших форм вещества. Встречаясь с молекулами, они лег-

ко вступают с ними во взаимодействие, при этом образуется новый свободный радикал, который, в свою очередь, взаимодействует с другой молекулой. Радикалы весьма распространены в нашей Вселенной, они есть в атмосфере Земли, в недрах звезд, в пыли космического пространства. Им принадлежит важная роль в биологических процессах.

Соляная кислота применяется в производстве синтетического каучука, при дублении кож, крашении тканей, при извлечении из руд золота, серебра, платины. В лабораториях это один из наиболее распространенных реактивов. Есть соляная кислота и в желудочном соке человека, помимо других компонентов. Концентрация ее как будто бы небольшая — около 0,5 процента, однако этого вполне достаточно, чтобы растворять даже металлы. Без нее пища не переваривалась бы.

Хлор служит исходным веществом для образования хлорной извести, получают ее хлорированием гашеной извести. Реакционная способность хлорной извести определяется активным хлором, которого содержится в ней около 35 процентов. И, наконец, нужно отметить, что хлор является сырьем для большого семейства ядохимикатов.

ДЕСЯТЬ ТЫСЯЧ ЧУДЕС ИЗ УГЛЯ

Кому не знаком этот черный блестящий минерал, впитавший в себя солнечную энергию и хранящий ее с далеких времен?! Долгое время уголь двигал поезда, пароходы, станки. Потом он нашел применение для производства кокса в металлургической промышленности и спас от уничтожения лесные богатства. Но ценность его неизмеримо возросла, когда к нему приложила руки химия.

Уголь оказался великолепным химическим сырьем. При переработке он дает миллиарды кубометров газа и миллионы тонн смолы. Из газа ныне получают широчайший ассортимент синтетических материалов. А каменноугольная смола стала родоначальником целого семейства пластических масс, масел, лекарств, жиров, духов, химикатов. Примерно 90 процентов изготавливаемого в стране синтетического волокна, 60 процентов пластмасс и 30 процентов синтетического каучука производятся на основе применения соединений, получаемых из каменного угля.

Что же такое каменный уголь? Каков его химический состав? К сожалению, сегодня ученые не могут до конца ответить на эти вопросы. Еще несколько десятилетий назад уголь вместе с алмазом и графитом считали одной из модификаций углерода. Д. И. Менделеев в книге «Основы химии» писал: «В свободном состоянии углерод известен по крайней мере в трех видах: в виде угля, графита и алмаза». Но в действительности уголь — это не чистый углерод. В нем есть и водород, и кислород, и азот, и сера, следы многих других элементов, таких как германий, скандий, уран (всего свыше шестидесяти).

Рост добычи угля во многих странах, в том числе и в России, был тесно связан с развитием металлургии. Для нее шахты давали основное сырье — коксующийся уголь. Производство кокса в России базировалось только на углях Донбасса. Горный инженер И. Бригонцев, изучив угольные месторождения Донецкого бассейна, предложил методы ведения горных работ, способы получения из угля кокса. В своем «Руководстве к познанию, разрабатыванию и употреблению каменного угля», написанном в 1795 году, он убедительно доказал, что

кокс из каменного угля при выплавке металла дает «превосходных доброт чугуны для отливок всех вообще военных орудий, снарядов и других вещей».

Начало коксохимического производства в России относят к 1872 году, когда в Юзовке был построен коксохимический завод из двенадцати коксовых печей. На этом заводе коксовались смоляниновские угли. Однако первая батарея коксовых печей с улавливанием химических продуктов была построена в Донбассе только в 1889 году. До начала первой мировой войны получали главным образом сульфат аммония, бензол, смолу, весьма незначительно было производство нафталина. В то же время ввозили химические продукты коксования угля из-за границы. Коксовая смола с русских заводов отправлялась в Германию, а оттуда по баснословным ценам получали изготовленные из нее химикаты.

Мощная коксохимия в нашей стране создана лишь после Октябрьской социалистической революции, и связано это с ростом не только металлургической, но и химической промышленности. В годы первых пятилеток были сооружены новые коксохимические заводы в Горловке, Макеевке, Жданове с полным циклом улавливающих цехов. После Великой Отечественной войны в Донбассе вступили в строй два мощных коксохимических завода — Ясиновский и Авдеевский, значительно возросли мощности других предприятий. Современный коксохимический завод — это высокомеханизированное и автоматизированное предприятие, в которое непременно входит комплекс цехов по переработке химических продуктов.

Основным процессом химической переработки углей является коксование. Уголь подвергается как бы сухой перегонке без доступа воздуха при

температуре 1000 градусов. Из него выделяются газообразные и парообразные вещества, образуется кокс. В среднем получают 75 процентов кокса, 15 процентов коксового газа, 3 процента каменноугольной смолы, остальная часть угля превращается в бензол и аммиак. По данным профессора Донецкого политехнического института М. Д. Кузнецова, при коксовании 1000 тонн угольной шихты получается 780 тонн кокса, 330 000 кубометров коксового газа, 32 тонны смолы, 10 тонн сырого бензола.

Парогазовая смесь из коксовой печи поступает в охлаждающие аппараты, где ее температура снижается до 30 градусов и выделяются каменноугольная смола и надсмольная вода. А газ подвергается дальнейшей очистке: проходит целую систему электрофильтров, освобождаясь окончательно от смолы и воды, затем поступает в скрубберы (специальные башни, орошаемые водой), и там из него выделяется аммиак, который, растворяясь в воде, дает нашатырный спирт. После этого газ пропускают через поглотительное масло, чтобы таким путем извлечь из него сырой бензол.

Другой способ химической переработки углей — полукоксование. Этот процесс ведется при температуре около 600 градусов и также без доступа воздуха. При этом получают полукокс, применяемый в качестве бездымного топлива, полукоксовую смолу, газовый бензин и водный конденсат, содержащий фенолы.

Одно из интересных направлений химической переработки твердого топлива — гидрогенизация: высокотемпературное обогащение водородом. Процесс этот повышает выход ценных химических продуктов из угля. Гидрогенизации можно подвергнуть и смолы, получаемые при полукоксовании

углей. Таким путем из одной тонны угля можно выработать до 500 килограммов бензина.

Особенно ценный для химической промышленности продукт, получаемый в процессе переработки углей,— каменноугольная смола. Алексей Толстой в романе «Гиперболоид инженера Гарина» образно определил ее значение устами химического магната Роллинга: «Бог Саваоф создал землю из каменноугольной смолы и соли».

Путем перегонки каменноугольную смолу разделяют на несколько фракций, содержащих различные масла. Из этих масел получают целую гамму нужных химикатов. Оставшуюся после перегонки их часть используют для изготовления моющих веществ и пропитывания древесины (так предохраняют шпалы от гниения). Смола дает много так называемых парафиновых углеводородов с повышенной точкой плавления, нужных в текстильной и писчебумажной промышленности, производстве свечей и различных мазей. Если же эти парафины окислить, то получают органические кислоты, соли которых являются хорошими заменителями жирового мыла.

В промышленности широко используют метод сульфирования ароматических углеводородов, содержащихся в смоле: обрабатывают их крепкой серной кислотой. А из этих полупродуктов путем обработки водой нетрудно получить и фенол, нужный в производстве пластмасс, и резерцин, важное вещество для изготовления красителей. При этом образуются тринитротолуол — взрывчатое вещество, анилин — незаменимое сырье для выработки красителей. Подвергают смолу и хлорированию, получая при этом ядохимикаты.

Велика роль каменноугольной смолы в производстве пластических масс и синтетического волокна.

Один из самых распространенных полимеров — полистирол получают из стирола, а тот ведет свою родословную от сырого бензола коксохимических производств. Сырой бензол дает толуол и фенол, бензол и ксилол, стирол и пиридин. Фенол стал основой главного компонента многих пластмасс — фенолформальдегидной смолы, или бакелита. Из ксилола производят смолу, называемую териленом, а уж из терилена выделяют и шелк, и штапельное волокно, и рыболовные сети, и струны. Получаемый из угля нафталин превращают сначала во фталевую кислоту, которая, реагируя, например, с глицерином, образует смолы, идущие на приготовление высококачественных лаков.

Продукты коксохимии находят применение в производстве гербицидов и красителей для цветного кино, душистых веществ и лекарств, в парфюмерии и пищевой промышленности. Кажется, что общего между куском черного блестящего камня и розовой воздушной пудрой или духами с их тончайшим запахом. Однако и духи, и пудра, и мыло, и губная помада — все они своими нежными запахами обязаны ароматическим веществам, добываемым из продуктов переработки угля. Все мы любим сладкие домашние булочки. Аромат придает им ванилин, а извлекают его из каменноугольной смолы.

Довольно богат как сырье и коксовый газ. Еще в 1804 году было организовано производство по выработке газа для освещения лондонских улиц. Правда, это начинание встретило отпор. Противниками его были даже такие широкого кругозора люди, как Наполеон Бонапарт, назвавший идею освещения улиц газом «великой глупостью», и Вальтер Скотт, писавший своему другу: «Один сумасшедший предлагает осветить Лондон — чем бы вы думали? Представьте себе — дымом».

В Петербурге первые газовые заводы были основаны в середине прошлого века. Они работали на привозном английском угле. Одна из газет в 1860 году писала: «Впервые вводится газовое освещение зданий. Первым освещен трактир, есть надежда, что со временем газом осветят центральные улицы». К концу XIX века в России было около 200 газовых заводиков и установок, на которых газ получали путем термической переработки угля.

Газ прежде всего подвергают химической переработке. Водой поглощают аммиак. Выделяют сероводород. После очистки в газе остаются метан и водород.

Метан — это основа для выработки метилового спирта и формальдегида. Водород может быть использован в производстве аммиака. Ценнейшим компонентом газов, получаемых путем термической обработки углей, является этилен. Из него изготовляют этиловый спирт и ценную пластмассу — полиэтилен.

Половину коксового газа в стране дают коксохимические заводы Донбасса. Это основная продукция для их химических цехов и важная продукция для предприятий других отраслей. Водород коксового газа Ясиновского коксохимического завода в Горловском производственном объединении «Стирол» используют для получения аммиака. Авдеевский коксохимический завод делится коксовым газом с металлургами.

И, наконец, минеральная часть сожженного угля — зола или шлак — оказалась также нужной. Раньше ее в основном выбрасывали в отвал и только некоторую часть использовали для строительных материалов. И вдруг... Но прежде небольшой экскурс в историю развития полупроводниковой техники.

Эта молодая область техники, сделавшая возможным космическое радио и телевидение, родилась несколько десятилетий назад. И одним из самых первых полупроводников стал германий — химический элемент, занимающий тридцать вторую клетку в таблице Менделеева. Великий русский химик предсказал его существование, подробно и точно описал свойства. А через пятнадцать лет немецкий химик Клеменс Винклер открыл германий в минерале аргиродите. Позже были найдены другие содержащие германий руды. Но залежи этих минералов оказались ничтожны.

Германий принадлежит к группе так называемых рассеянных элементов. Ученые во многих странах принялись искать его источники, особенно после того, как из него стали делать детекторы. Германий нашли в цинковых рудах и стали добывать из отходов цинкового производства. И вдруг оказалось, что германий, а вместе с ним и другие ценные рассеянные элементы — иттрий, галлий, скандий, бериллий — содержатся в золе каменных углей. И не только в золе. Германий обнаружили во всевозможных отходах, остатках, «хвостах», которые получают при химической переработке угля. Правда, сотни тысяч тонн отходов приходится переработать, чтобы добыть одну тонну германия. Но его огромная роль в радиоэлектронике окупает эти затраты.

В будущем благодаря использованию атомной энергии потребление твердого топлива резко сократится. И каменный уголь останется важнейшим источником химического сырья. Черный блестящий камень люди знают не одно столетие, открывают и будут открывать все новые и новые его тайны.

Не меньшее значение, чем уголь, в качестве сырья для химии приобрела нефть. Д. И. Менделеев говорил, что топить нефтяными остатками — все равно что сжигать солому, не вымолоченную до конца. И тем не менее до недавнего времени нефть означала для нас керосин, бензин и смазочные масла. Остальное же шло в топку. А ведь каждая тонна нефти дает столько же химического сырья, сколько можно получить его из 15 тонн бурого угля.

Нефть была известна еще до нашей эры. Черное маслянистое вещество греки возили к себе с Кавказа. Оно давало им слабый мерцающий свет в жилищах. Оно же стало составной частью грозного оружия — греческого огня, зажигательной смеси, которая применялась в морских боях и при осаде крепостей. Водой греческий огонь не гасился.

В России нефть долгое время служила для забав. К примеру, ею был освещен знаменитый ледяной дом, построенный на Неве в начале 1740 года для увеселения императрицы Анны Иоановны. В своем романе «Ледяной дом» И. И. Лажечников так написал об этом: «У ворот стояли два дельфина. Сии дельфины с помощью насосов огонь от зажженной нефти из челюстей выбрасывали, что ночью приятную потеху представляло». И лишь после того как Игнатий Лукаевич изобрел керосиновую лампу, добычу нефти в России стали расширять. В Польше изобретателю керосиновой лампы поставлен памятник, открыт мемориальный музей его имени.

Что же такое «черное золото»? Кстати, на самом деле нефть совсем не черная. Есть нефти бурого, вишнево-красного цвета, отливающие зеленым,

бывают почти совсем прозрачные, состоящие практически из одного бензина, но такие — редкость. Ученые считают, что нефть — это смесь нескольких тысяч жидких органических веществ. Даже не смесь, а раствор, только не обычный раствор, как, например, соли в воде, а раствор различных соединений друг в друге, раствор углеводородов, органических соединений, молекулы которых построены из углеродных и водородных атомов. Нефти содержат предельные, нафтеновые и ароматические углеводороды. А это ценные исходные вещества для производства многочисленных химических продуктов.

Нефтехимия становится основой современной химической индустрии. Из нефти получают высшие жирные спирты и кислоты, глицерин, синтетические смолы и пластические массы на их основе, синтетический каучук, парафин. Она помогает экономить зерно и масло, жир и картофель. Применение процессов крекинга — термической переработки нефтяных продуктов без доступа воздуха — значительно повышает выход бензина, увеличивает выделение углеводородов.

Химики стремятся использовать все, что может дать нефть, без остатка, даже примеси. Страшный бич топлива и масел, получаемых из нефти, — сера. Она разъедает металл, сокращает жизнь двигателям. Чтобы избавиться от нее, решили связывать ее с водородом и превращать в сероводород. А это уже неплохое сырье для ценного химического продукта — серной кислоты. Так и от вредной примеси избавились, и нужный продукт получили.

Нефть пришла и в Донбасс по трубопроводам из Поволжья. Лисичанский нефтеперерабатывающий завод стал частью единого нефтехимического комплекса на северо-западе края. На сорокамет-

ровую высоту поднялись колонны автоматических установок первичной переработки нефти. Здесь получают продукцию, которая является сырьем для производства синтетических красок, смол, пластмасс. Из лисичанского этилена северодонецкие химики вырабатывают полиэтилен, а поступающей из Лисичанска пиролизной кислотой на Стахановском заводе технического углерода частично заменили дорогостоящий мазут и начали поставлять шинникам страны высококачественное и дешевое сырье.

Завладевают химики и природным газом. Его выходы на поверхность земли известны давно. Долгое время горящие источники газа вызывали страх, с гулом вырывающиеся из-под земли языки пламени причисляли к чудесам. Некоторые древние народы приручали это чудо, используя газ для освещения храмов. Ныне природный газ — популярное топливо. Его передают по трубопроводам, хранят в подземных газохранилищах. В Донбасс природный газ поступает со Ставропольского месторождения.

Вырывающийся из пробуренной скважины газ обычно на 99 процентов состоит из метана. Он также содержит этан, пропан и другие углеводороды, примеси аммиака, азота, углекислого газа. Очень важна примесь гелия — того самого химического элемента, который сначала был обнаружен на солнце, а уж потом на земле. Природные газы до сих пор практически единственный источник сырья для промышленного получения гелия. Когда-то им наполняли дирижабли, а ныне — электрические лампы. Гелий находит применение в ядерной технике, металлургии, химии.

Из метана природных газов химики вырабатывают этилен, водород, метиловый спирт, сажу. И ацетилен, который больше столетия получали из

карбида кальция, а тот — из угля. Ацетилен из природного газа дешевле. Ацетилен — не только газ, применяемый в автогенной сварке, он — основа многих органических продуктов: смол, лаков, красок, каучуков, линолеума, лекарств.

Природный газ — экономичный вид сырья. Себестоимость его добычи в десять раз ниже средней себестоимости добычи угля. Пока он приходит в наши дома. Но со временем его заменит в быту дешевая электроэнергия. А природный газ будет передан в волшебные руки химиков.

ВОДА, ВОЗДУХ И...

Самым необыкновенным веществом в мире называют ученые воду, по словам академика А. П. Карпинского, «это самое драгоценное ископаемое». Ее много на нашей планете, но 97 процентов — соленая вода морей и океанов, а для быта и производства нужна пресная вода, дефицит которой быстро нарастает. Ученые предполагают решить проблему ограничением расхода водных ресурсов и восполнением их подземными водами. Есть даже проекты буксировки айсбергов из Антарктиды. И все же наиболее экономичное направление — безотходная и малоотходная технология.

Без воды не может обойтись промышленность. Многообразно ее применение в химической промышленности: она охлаждает аппараты, используется как превосходный растворитель, сама участвует в многочисленных химических реакциях в качестве реагента. Вода служит сырьем в производстве водорода — исходного вещества для синтеза аммиака, а следовательно, и азотных туков. Водород участвует в про-

цессах превращения жидких растительных жиров в твердые заменители масла, в преобразовании низкокачественных углей в жидкое топливо и во многих других процессах. Извлекают водород из воды несколькими методами. Наиболее распространены взаимодействие водяного пара с метаном природного газа и электролиз воды. При втором методе попутно получают кислород и тяжелую воду, применяемую в атомной энергетике.

Химиков все больше интересует вода морей и океанов. В океанской воде содержатся почти 60 химических элементов таблицы Менделеева. Живой рудой называют морскую воду. Мы говорим про нее, что она соленая. В ней растворено много различных солей — больше всего хлористого натрия, но есть и хлористый магний, и кальций, и соли брома, йода. Нашли в ней и медь, и алюминий, и железо, и никель, и ванадий, золото и серебро.

В заливе Кара-Богаз-Гол Каспийского моря добывают сотни тысяч тонн в год мирабилита — глауберовой соли. Из нее на химических заводах получают серу, серную кислоту, соду. Глауберову соль применяют стеклоделы, мыловары, медики. Сказочно богат сырьем Сивашский залив Азовского моря. Там вырабатывают соли натрия, калия, магния, брома. Бром прописывают врачи как средство от переутомления и бессонницы. Но больные, конечно, пьют не сам бром, а растворы его солей: бромистого натрия, бромистого калия, броморганических препаратов. Соли брома широко используются в фото- и киноделе, в текстильной промышленности. Уже сейчас предпринимаются попытки извлекать из морской воды золото и уран. Пока это экономически невыгодно. А в будущем вода полностью отдаст человеку все свои сокровища.

Воздушный океан — тоже дешевое и распространенное химическое сырье. Путем глубокого охлаждения воздуха из него выделяют азот и кислород. Азот — источник получения почти всех азотных соединений. А без кислорода сейчас немыслимы многие процессы в химии, горном деле.

Наблюдая на телеэкране запуск космической ракеты, мало кто из нас думает при этом о химиках. Но откуда берется фантастическая мощность ракет? Ее дает энергия сгоревшего топлива. А горение — это область, подвластная химикам. Это они и создали топливо для двигателей корабля. Это они вооружили человека энергией, без которой он не смог бы оторваться от земли.

Наша страна является родиной идеи ракетного двигателя. Столетие назад, находясь в тюрьме, народоволец и изобретатель Н. И. Кибальчич разработал оригинальный проект летательного аппарата. «Какая сила применима к воздухоплаванию? — писал он. — Такой силой, по моему мнению, являются медленно горящие взрывчатые вещества». Позже К. Э. Циолковский дал начальные контуры ракеты и предусмотрел вид топлива, которое должно быть из горючего вещества и окислителя — жидкого кислорода. Сейчас используют и твердые, и жидкие топлива. Но в качестве окислителя их чаще всего применяют кислород.

Большое промышленное значение приобрели и выделяемые из воздуха инертные газы: неон, аргон, криптон и ксенон. Их долгое время считали бесполезными. Но оказалось, что они не так уж и инертны. Скажем, у того же ксенона ныне известно несколько десятков соединений. Инертные газы используют в водолазном деле и медицине, в ядерной технике и химической промышленности.

Очень удобной и щедрой кажется нам Земля с ее богатством минералов, россыпями полезных ископаемых. Но ведь она занимает скромное место в космической кухне. Космос с давних пор стал объектом химических исследований. Благодаря союзу химии с астрофизикой возникла космохимия, изучающая химию Луны, Венеры, Марса и других небесных тел, распределение элементов во Вселенной. Сегодня космохимия перестает ориентироваться только на анализ. Развитие космонавтики открыло новые возможности непосредственного изучения внеземного вещества. Уже недалеко время космических лабораторий. В XXI веке космохимия превратится в совершенно новую отрасль химии — синтез в космических условиях. Задача освоения околосолнечного пространства будет решаться техникой в союзе с химией.

МАТЕРИАЛЫ ДВАДЦАТОГО ВЕКА

Многие материалы, созданные природой, давно перестали удовлетворять нашим потребностям. Все больше появляется разнообразных новых искусственных материалов — теплых, как дерево, но не подверженных гниению, прочных, как сталь, но не боящихся ржавчины, прозрачных, как стекло, но не хрупких. И в синтезе этих материалов исключительную роль играет химия.

ПОЛИМЕРЫ В РАБОЧЕЙ СПЕЦОВКЕ

Из самых первых уроков химии в школе мы знаем, что большинство веществ состоят из молекул, знаем и то, что молекулы очень малы. Например, масса молекулы воды во столько раз меньше куриного яйца, во сколько раз последнее меньше массы Земли. Есть вещества, в молекулах которых несколько атомов. Но есть вещества, состоящие из гигантских молекул-цепочек. Основой большинства из них является углерод. Именно из молекул-цепочек и состоят полимеры — удивительные материалы, синтезированные химиками.

В краеведческом музее старинного русского города Великого Устюга хранится цепочка, сделанная руками талантливых умельцев братьев Юнцыных. Она состоит из 118 миниатюрных замочков величиной не более кофейного зерна. Эти миниатюрные замочки, к каждому из которых есть ключик, открывающий их, сами по себе уже произве-

дение искусства. Но вот они соединены в цепь, и родилось новое замечательное творение. Так и у полимеров. Образующиеся длинные цепи дают начало новым соединениям с удивительными качествами.

Вот газ этилен. В молекуле его не много атомов — всего шесть: два — углерода и четыре — водорода. Но под действием высоких давлений молекулы могут соединяться в длиннейшие цепи, состоящие из многих тысяч звеньев молекул. Процесс соединения малых молекул мономера в единую цепь полимера называли полимеризацией. Из этилена путем полимеризации получают полиэтилен.

Иногда несколько веществ вступают между собой в реакцию, которая сопровождается выделением целого ряда низкомолекулярных продуктов — аммиака, воды и других, то есть происходит, как говорят химики, реакция конденсации. Продукты конденсации, соединяясь между собой, образуют молекулы-гиганты высокомолекулярного соединения. Такой способ образования полимеров называли поликонденсацией.

Полимер, или синтетическая смола, сам по себе используется редко. Обычно он смешивается с другими веществами и применяется в виде пластичных смесей. Отсюда и название — пластмассы. Естественно, что главная активная часть пластмассы — это полимер. Сырьем для производства полимеров служат продукты переработки нефти, угля и газа — фенол, бензол, спирты, альдегиды.

В середине прошлого века одна американская газета поместила объявление: «Тому, кто найдет заменитель слоновой кости для изготовления бильярдных шаров, будет выдана премия в девять тысяч долларов». Успеха добился наборщик Хайатт. Он изготовил из целлюлозы вещество, назван-

ное им целлулоидом. Считают, что это была первая пластмасса.

Правда, вопреки названию пластмассы пластичны только во время формования, а готовые изделия из них большей частью тверды, прочны на разрыв и совсем не пластичны. Пластмассы в среднем в два раза легче алюминия, одного из самых легких металлов, эластичны, поддаются любому виду обработки, обладают высокой стойкостью, не проводят электрический ток. Некоторые из них по прочности не уступают танковой броне. Интересно, что самые разнообразные качества могут сочетаться в одной и той же пластмассе. К примеру, тефлон не горит и не набухает в воде, а по кислотупорности превосходит даже золото и платину. Все это поставило пластмассы в ряд самостоятельных материалов, отодвинув на второй план их роль заменителей кости, дорогих сортов дерева, драгоценных камней.

Роль пластмасс в народном хозяйстве все растет. Уже сейчас в автомобиле «Жигули» более 500 деталей изготовлено из 30 видов пластмасс. Еще больше их в турбореактивных лайнерах. Количество полимерных материалов, используемых в машиностроении, будет увеличиваться, как и в строительстве и во многих других отраслях.

На Донецком химическом заводе получают полихлорвиниловую смолу — белую порошкообразную массу. Если смешать ее с пластификаторами — специальными веществами, которые придают пластмассе мягкость и гибкость, и нагреть, то получится вязкая и тягучая масса. Эта масса легко формуется, перерабатывается в трубы, тонкие пленки, стержни и другие изделия. Добавка красителя придает им любой цвет. На основе поливинилхлорида выпускают материалы свыше ста наименова-

ний. Они не горючи, воздухо- и водонепроницаемы, устойчивы к воздействию щелочей и кислот. Различные виды полихлорвиниловых материалов вырабатывают на Славянском заводе полихлорвиниловых пленок.

Поливинилхлорид — прекрасный защитный и изолирующий материал, используемый в производстве кабелей. Одна тонна его заменяет в среднем 2,5 тонны свинца, ценного цветного металла. Экономия от этой замены составляет миллионы рублей в год. В строительстве хорошо зарекомендовали себя поливинилхлоридные трубы, линолеум, плитки для полов, моющиеся обои. Линолеум из пластика стоит примерно в два раза дешевле линолеума из пробковой муки и растительного масла. А созданный на основе поливинилхлорида винипласт оказался поистине золотой находкой для химической промышленности: из него делают трубы, им футеруют аппараты для агрессивных жидкостей и газов.

Пластики получают и в одном из цехов Горловского производственного объединения «Стирол». Поражают своей расцветкой выдавливаемые из специальных машин нити, которые тут же разрезают на маленькие стерженьки. Это полистирол, продукт полимеризации стирола, получаемого, в свою очередь, из этилбензола. Сам по себе полистирол — стекловидная прозрачная масса, но добавка красителя позволяет придать материалу любой цвет. Он легко перерабатывается, под давлением из него можно лить изделия любой формы.

У полистирола оказались хорошие диэлектрические показатели, и он стал использоваться в радио-локации. Твердость, жесткость, химическая стойкость позволили применять его в электронно-вычислительной технике, самолетостроении, электрохимии, оптике. В медицинской промышленности из

полистирола изготавливают шприцы, чашки Петри, упаковку для лекарственных препаратов. Скажем, таблетки валидола теперь выпускают в пластмассовом цилиндре, пробка тоже пластмассовая, мгновенно открывается. Химики освоили выпуск марки продукта, который отличается повышенной ударной вязкостью. Это ударопрочный полистирол. Изделия из него получают формованием под вакуумом. Из ударопрочного полистирола делают двери и другие детали домашних холодильников, корпуса телевизоров, радиоприемников, электробритв.

Как и полистирол, отличный диэлектрик другой полимер — полиэтилен. Благодаря ему в телефонной и телеграфной связи удалось увеличить число одновременных разговоров на одной паре кабелей с 20 до 450. Полиэтилен характерен своей прочностью. Однажды геологическая экспедиция в пустыне осталась без воды. Не имея возможности приземлиться, самолеты сбросили воду в металлических бочках, которые тут же разбились. Тогда водой наполнили бутылки из полиэтилена. Сброшенные на землю, они остались целы.

Свойства полиэтилена ставят его между каучуком и твердыми пластмассами. Это объясняется его строением: при нормальной температуре полиэтилен на 25 процентов аморфное и на 75 процентов кристаллическое вещество, и воздействие температуры и других физических факторов приводит к взаимно обратимому переходу кристаллической и аморфной структур. Полиэтилен — одна из самых легких пластмасс. Он плавает в воде, не разрушается кислотами и щелочами. Что касается технических качеств, то полиэтилен прессуется, шьется, сваривается, пилится, сверлится, точится, плавится. Отсюда его самое широкое применение. В полиэтиленовых берегах текут молочные реки (молоко-

провода). В аппаратах с полиэтиленовой футеровкой бурлят химические реакции. Из полиэтилена вырабатываются детали медицинских приборов и инструментов, лабораторное оборудование, пипетки. Ведра, бутылки, стаканы из этого пластика прочно вошли в наш быт.

Полиэтиленовая пленка негигроскопична и неядовита. Поэтому она очень эффективный материал в торговле продуктами питания, в парфюмерии. В полиэтиленовых пленках можно поднимать станки и автомобили — так они прочны. Их получают по принципу мыльных пузырей. Исходную смолу размягчают, продавливают через кольцевые отверстия специальной машины и превращают в тонкостенную трубку. Затем в эту трубку вдувают сжатый воздух, и она мгновенно раздувается, как длинный мыльный пузырь. Толщина ее при этом составляет сотые доли миллиметра. Если затем воздух из пузыря выпустить, то образуется двойная полиэтиленовая лента. Ее свертывают в плотные рулоны. Из одного кубометра смолы можно изготовить 100 тысяч квадратных метров пленки.

В Охтинском объединении «Пластполимер» разработана рецептура цветных полиэтиленовых пленок. Оказалось, под зеленой пленкой необычно быстро растет салат, а оранжевая больше по вкусу цветам. Получены первые образцы полиэтиленовой газетной бумаги. На эту удивительно белую бумагу не затрачено ни единого грамма древесины. Ведутся работы над созданием полиэтиленовой фотобумаги. Ее не надо будет сушить, а время на ее обработку сократится в несколько раз.

К поверхности полиэтиленовых предметов трудно что-либо приклеить. Это свойство очень пригодилось металлургам. В сырьевых бункерах руда (особенно зимой) нередко налипает на стенки. Лик-

видируют эти пробки люди трудной профессии — шуровщики. Проблему решает облицовка бункера листами полиэтилена. Вдобавок они более стойки к истиранию, чем обычно применяемая броня из легированной стали. Новшество успешно опробовано на металлургических заводах. Фильтрующие элементы, изготовленные из полиэтилена, заменили дефицитную латунную сетку в масляных фильтрах двигателей внутреннего сгорания. Полиэтилен стал поистине вездесущ.

Есть популярная сказка про волшебный горшок, который мог варить кашу до тех пор, пока его не останавливали волшебным словом. Но однажды его не смогли остановить, и горшок продолжал варить кашу, и каша вытекала из горшка и разливалась по дому, а затем и по улице, заполняя все вокруг. Нечто подобное происходит и со смолами, если к ним добавить специальные вещества, называемые пенообразователями. Тогда вязкая масса смолы начинает расти на глазах и может увеличиться в пятьдесят раз. Так получают пенопласт — твердую, но легкую, как пух, пластмассу. Так же получают и поропласт, легкий, эластичный, похожий на губку. Эти материалы задерживают шумы, являются хорошими теплоизоляторами.

Их свойства помогли надежно изолировать «Луноход». От космического солнца его защищали выложенные на поверхности тысячи маленьких зеркал. Но ведь он грелся и снизу — от Луны, имеющей температуру 150 градусов. И днище «Лунохода» закутали в легкую шубу, состоящую из тончайших слоев алюминия, разделенных слоями пластика. И эта шуба не пропустила лунное тепло.

Пенопластами изолируют трубопроводы, они незаменимы в холодильном машиностроении. Их используют для внутреннего слоя строительных кон-

струкций. Из эластичных полимеров изготавливают красивые мягкие диваны и кресла, поролон заменил в них тяжелые металлические пружины и стружку, и если обычный матрац весил не менее 30 килограммов, то поролоновый — всего лишь пять. Подошли они для театральных декораций, манекенов. Снято немало фильмов, в которых снег имитируют пенопласты.

Успешно прошел испытания у медиков и рекомендован в промышленное производство новый полимерный материал — пентран. Используя его свойство быстро затвердевать, медики готовят из него пеношины. У этой пеношины много преимуществ. Она легка, прочна. Гипсовую повязку, например, без воды не наложишь, здесь же она совсем не требуется. Гипс к тому же тяжел, гигроскопичен, а с пеношиной, обладающей водостойкостью, больной может купаться. Гипс не пропускает рентгеновские лучи, а шина из пентрана позволяет делать снимок сразу после операции. Тяжелобольному эта шина может быть наложена даже на одежду.

Иногда открытию новых полимеров помогает случай. Так было с фторопластом. Четырехфтористый этилен, легко сжижаемый газ для холодильных машин, хранили в стальных баллонах под большим давлением. Но по непонятным причинам давление в баллоне постепенно падало, а после перекачки газа объем его значительно уменьшался. Один из баллонов разобрали и нашли в нем белый порошок. Химический анализ установил, что состав порошка и газа абсолютно одинаков. Так был открыт полимеризационный пластик с поистине сказочными свойствами: в огне не горит, в воде не тонет, на холод не реагирует, даже царская водка ему не страшна. За эти качества фторопласты прозвали благородными пластмассами.

С помощью фторопластов были получены материалы, выдерживающие особые условия: сильно агрессивные среды, очень низкие или высокие температуры. Человек в скафандре из фторопласта может работать при любых морозах в Арктике или в Антарктиде. И в таком же скафандре ремонтируют еще не остывшую мартеновскую печь, температура в которой превышает сто градусов. К лыжам, покрытым пленкой фторопласта, не прилипает снег — они не нуждаются в смазке. На кондитерских фабриках по фторопластовому желобу течет липкая и тягучая сахарная масса и не прилипает к нему. А хозяйки могут месить тесто на фторопластовой доске, не посыпая ее мукой.

В тропиках растет ценное вечнозеленое дерево бакаут. Его смолистая древесина широко используется в судостроении. И вот у бакаута появился надежный и, главное, дешевый конкурент. Им оказался капролон. И еще одним пластиком довольны судостроители — полипропиленом. Из него готовят теперь самые прочные морские буксирные канаты, которые не боятся огня, арктических морозов и соленой воды. С помощью одного такого синтетического троса диаметром до десяти сантиметров можно вести крупнотоннажные суда, для чего требовалось несколько толстых пеньковых поводьев. Раньше буксируемые по рекам гигантские плоты крепили с помощью стальных цепей, канатов и проволоки. Полипропиленовые канаты позволили легко и быстро образовывать петлевые соединения и заплетки без каких-либо крепежных деталей. Такелаж из полимерных материалов не тонет, он во много раз легче и дешевле металлического.

Второе рождение переживает поливинилпирролидон. Раньше он применялся в текстильной промышленности, косметике, фотографии. Сейчас им

завладели медик. Для того чтобы защитить лекарственные вещества от разрушения желудочным соком, их покрывают пленкой из полимерных материалов. Такие таблетки и драже, пройдя из желудка в тонкий кишечник, растворяются в его щелочном содержимом, а целебные вещества всасываются в кровь.

Но оказывается, что лекарства долго не задерживаются в крови, потому что организм стремится вывести их. А значит, и срок их действия незначителен. Как его продлить? И тут на помощь медикам снова пришли химики. Были синтезированы кровозаменители. Это водные растворы различных высокомолекулярных соединений. В их состав можно ввести лечебные вещества, и тогда продолжительность их действия может быть любой.

Созданы удивительные вещества, которые уничтожают, связывают, нейтрализуют яды в организме, а затем выводят их из тела больного. Одним из таких веществ и является поливинилпирролидон, получаемый из продуктов синтеза метана. Так он действует, если его молекулярный вес 10—20 тысяч. При молекулярном весе 30—40 тысяч поливинилпирролидон образует в воде раствор, заменяющий плазму крови, а при еще более высоком молекулярном весе (свыше 50 тысяч) продлевает действие пенициллина, новокаина, инсулина и других препаратов с нескольких часов до 3—10 суток.

В последнее время получили широкое распространение материалы, изготовленные из сополимеров. В отличие от полимеров макромолекулы сополимеров состоят из нескольких структурных звеньев от различных мономеров. Они устойчивее полимеров к действию кислот и щелочей, водостойки, мало горючи, не имеют запаха, легко окрашиваются. Области применения сополимеров — от радиоэлек-

троники до легкой промышленности. Из них делают плитки, пленки, ткани, клей, краски. Сополимер винилит идет на изготовление грампластинок, музыкальные диски отличаются особой прочностью. Северодонецкое производственное объединение «Азот» выпускает жесткие чемоданы из сополимерных материалов. Чемоданы эти современны по конструкции, изящны по форме, окрашены в самые разные цвета. Материал, из которого они делаются, способен, не деформируясь, выдерживать удары с силой до 60 килограммов на квадратный дециметр.

Корабль шел по Северному морю с оборудованием для нефтяников. Было начало навигации. И вдруг вечернюю тишину разорвал удар. От столкновения с небольшой льдиной в судне образовалась пробоина. Надев скафандры, моряки вместо традиционного пластыря взяли из корабельной аптечки прочный стеклопластик и эпоксидный клей. Через час судно продолжало рейс: помогла чудесная смола, изготовленная химиками.

Эпоксидные смолы сначала нашли применение в качестве материала для пломбирования зубов. А затем они покорили строителей, прекрасно проявили себя во многих областях техники. Построены огромные мосты, которые собраны без клепок или сварки на одной эпоксидной смоле. Ею можно склеивать автобусы и корабли, воздушные лайнеры и угольные транспортеры. Дело в том, что у эпоксидных смол колоссальная липкость к большинству материалов минеральной и органической природы. Эта липкость сохраняется при отверждении и обеспечивает высокую прочность клеевого шва.

Если же эпоксидные смолы смешать со специальными химическими веществами — отвердителями, то получают высокопрочные полимерные

тела. Прочные и химически стойкие. Им не страшны различные агрессивные среды. Такие полимеры — великолепные антикоррозионные средства, они защищают от коррозии металлы, бетоны. И еще одно ценное качество: при отверждении эпоксидные смолы почти не дают усадки, а это значит, что из них можно готовить детали для сложных станков и агрегатов.

Однажды жители московских окраин заметили, что старые трамваи стали бегать быстрее. Секрет заключался в том, что изоляцию обмотки двигателей пропитали эпоксидной смолой. Улучшилась изоляция, повысилась нагревостойкость, и на 20 процентов возросла мощность двигателей.

Строго говоря, специалисты различают сегодня два вида полимерных масс — термопласты и реакторпласты. Самые типичные представители первых — поливинилхлорид и полиэтилен. Их легко обрабатывать: расплавил гранулы смолы — формуй шестерни или выключатели, детские игрушки или пакеты для молока. Но недостаток этих материалов в том, что они легко теряют форму при повторном нагреве. Второй же вид — эпоксидные смолы. Они прочны механически, выдерживают большие температуры, но так просто, как поливинилхлорид, их не обработаешь. И сегодня химики ищут гибридные материалы, которые соединят все положительные качества.

Такой поиск ведут ученые Украинского научно-исследовательского института пластических масс. Уже получены новые пластмассы. В их составе обычный поливинилхлорид и специальные добавки, так называемые олигомеры, к которым относятся и эпоксидные смолы. Эти пластмассы затвердевают при небольшом нагреве и, затвердев, способны потом выдерживать значительные темпе-

ратуры. Из них можно делать высокопрочные трубы больших диаметров, широкий ассортимент различных изделий. Вот пластик, чем-то внешне похожий на линолеум. Его легко свернуть в трубку. Но если резко чиркнуть им по металлической пластинке, то на ней останутся яркие царапины. Дело в том, что в качестве заполнителя использован абразивный порошок.

Есть у полимеров и еще одно ценное качество. При соединении с другими материалами они придают им необычные свойства. К примеру, стеклопласт, созданный на основе стеклянного волокна и смолы, в три раза прочнее стали и намного легче ее. Он нужен при строительстве самолетов, машин, домов.

На Северодонецком заводе стеклопластиков производят рулонный стеклопластик из стеклосеток и полиэфирных смол (стекло в рулонах — это ли не фантастика?). Он не боится ударов, прочен на растяжение, хорошо пропускает солнечные лучи. Из него делают кровлю для оранжерей и теплиц, легких спортивных сооружений. Яркие полупрозрачные крыши из стеклопластика на павильонах для продажи газет, фруктов и овощей. Конические трубы нашли применение в качестве столбов уличного освещения. Такие столбы по прочности не уступают стальным конструкциям, но значительно легче их (переносятся одним человеком), не подвержены коррозии и являются электроизоляторами.

«Это небо висит над землей, это небо зовется кровлею — сотни метров каменный слой. Небо — выдумщица-мастерица озорные творить чудеса; могут запросто взять и свалиться твердокаменные небеса». Это написал донецкий поэт Николай Анциферов. Укрощать «твердокаменные небеса» помогают шахтерам химики. Идут поиски методов

химического упрочнения кровли в лавах. Один из таких методов испытан на донецкой шахте имени А. Ф. Засядько. В лаве пятого участка в нише была так называемая ложная кровля, она часто осыпалась, ее не держало никакое крепление. И тогда по специальной схеме в ней пробурили скважины и подали туда быстротвердеющий полимерный состав. Он и превратился в своеобразное крепление. Здесь было использовано свойство полимеров подражать природе, сливаться с породой, не оставляя ни швов, ни стыков.

Деревянную крепь обрабатывают специальными химикатами, чтобы предохранить ее от гниения. Не редкость в шахтах и стеклопластиковая крепь, не боящаяся коррозии. Замена металлического крепления на полимерное — очень сложное дело. Прежде чем выбрать материал, ученые проводят исследования в лаборатории, многократно испытывают изделие. В Институте горного дела имени А. А. Скочинского АН СССР разработана арочная крепь из лигнимона: заготовки из березы, бука и других деревьев пропитывают полимерным связующим и спрессовывают под большим давлением. Такие арки прочнее металлических.

Вместо затяжек из дерева в креплении штреков и лав все чаще применяют стеклопластиковые прокладки. Используют и пластиковые трубы для вентиляции, кондиционирования. Начато серийное производство стеклопластиковых лопаток для шахтных осевых вентиляторов главного проветривания. Вентиляторы с такими лопатками установлены, в частности, на шахте имени Челюскинцев производственного объединения «Донецкуголь».

Удобна и прочна шахтерская каска из стеклопластика. Весит она всего 300 граммов. Основные конструкции клетки, в которой горняки опускаются

в шахту, тоже выполнены из пластика. Благодаря этому она легче обычной клетки почти на тонну, а это позволяет снизить мощность подъемной машины, экономить электроэнергию.

С пластмассой подружились и металлы. Созданы вещества, существование которых недавно казалось невозможным, — металлополимерные сплавы. Химики научились в массе полимера равномерно распределять коллоидные частицы железа, меди, свинца и других металлов. При этом получают сплавы с очень ценными свойствами. Например, сплав полимера и частиц никеля и хрома дает жаростойкий и кислотостойкий материал, сплав полистирола и железа — легкий материал с магнитными свойствами. А ведь о пластмассовом магните не мечтали даже писатели-фантасты. Свинцовые защитные кожухи утяжеляют ядерные установки. А металлополимер на основе коллоидного свинца и полиэтилена открывает возможности для изготовления легких кожухов, надежно защищающих от коварного радиоактивного излучения. Дружба пластмассы с металлами зашла столь далеко, что пластмассой даже стали «лечить» металлообрабатывающие станки: создана акрилатпластмасса, которая позволяет в короткий срок восстановить изношенные детали.

Но химики научились не только получать сплавы полимеров с металлами. Они научились вводить атомы металлов и других элементов в цепь полимера. В этом случае образуются элементоорганические соединения, отличающиеся прочностью, твердостью и стойкостью к высоким температурам. Например, если ввести в полимеры атомы кремния, то такие соединения будут способны выдержать и жар и холод. Их называли кремнийорганикой. Теперь они всюду. Это лаки и эмали в производстве

электрических машин и аппаратов с рабочими температурами до 180 градусов. Это смазочные масла для двигателей внутреннего сгорания. Это специальные каучуки. Все они отличные теплостойкие материалы.

И все же полимеры не идеальный материал. У них есть одно уязвимое место: в тепле и на свету они теряют свои качества, становятся хрупкими, стареют, как говорят специалисты. Это подобно болезни, ну а с болезнью борются лекарствами. Такие лекарства для полимеров найдены — стабилизаторы, которые предохраняют их от старения.

Самый распространенный в нашей стране полимеризационный пластик — поливинилхлорид обладает невысокой термоустойчивостью: он не выдерживает температуру ниже —30 градусов и выше +60 градусов. В макромолекулах поливинилхлорида нет атомов кислорода, что и делает их малоустойчивыми к действию света и тепла. Если полимер нагревать, то начинается его медленное разложение, оно ускоряется по мере повышения температуры. Это разложение сопровождается выделением хлористого водорода. И в итоге белый полимер желтеет, а затем меняет окраску до красной, коричневой и даже черной, ухудшаются и его физико-химические свойства. Стабилизаторы поглощают выделяющийся хлористый водород и как бы нейтрализуют его вредное воздействие, предотвращают процессы окисления атмосферным кислородом и разложения под действием ультрафиолетового света.

Многие из ныне применяемых стабилизаторов — соединения свинца: углекислый свинец, сульфат свинца, стеарат свинца и другие. Сульфат свинца был известен давно, с ним связан процесс обновления икон. Известно, что старые иконы и картины, написанные свинцовыми красками, со временем

темнеют. Это вызвано тем, что под действием сероводорода, который в незначительных количествах всегда есть в воздухе, окислы свинца превращаются в сульфид свинца. А он черного цвета. Если такое потемневшее изображение обработать раствором перекиси водорода, то черный сульфид свинца перейдет в белое соединение — сульфат свинца. И картина или икона просветлеет.

Стабилизаторы в промышленности обычно получают в сухом виде. Технология их сложна, не просто и аппаратное оформление, образуется много сточных вод, содержащих токсичные соли металлов, стеариновую кислоту. Когда стабилизатор поступает на завод, его, прежде чем добавить к смоле, обычно смешивают с пластификатором. Ученые Института органической химии АН УССР предложили новый метод получения стабилизаторов поливинилхлорида. Их стали изготавливать в виде паст. Процесс ведется прямо в среде пластификатора, он прост (один основной аппарат), непродолжителен.

Пастами стабилизаторов сразу же заинтересовались переработчики поливинилхлорида в трубы, линолеум, строительные плитки, полиэтиленовую пленку, искусственную кожу и органическое стекло. Применение паст позволило избежать многих технологических операций при переработке полимеров. У них оказалась прекрасная совместимость с пластиком. А по эффективности пасты ни в чем не уступают сухим стабилизаторам.

К миру полимеров относятся и синтетические волокна. Для нас давно стали привычными эти слова: «лавсан», «нитрон», «капрон». Есть в Северодонецком производственном объединении «Азот» цех, который вырабатывает капролактамы. Это особое химическое вещество служит сырьем для изготовления защитных покрытий, заменителей кожи. Но главное его назначение: из капролактама готовят капроновое волокно, которое обладает комплексом замечательных свойств — высокой устойчивостью к истиранию и изгибу, прекрасной эластичностью и большой прочностью на разрыв.

Капроновые нити увеличивают долговечность автомобильных шин. Обувщики заменили на капрон дратвенные нитки. У рыбаков появились капроновые сети. Из смеси капрона и хлопка, подвергнутой пропитке водоотталкивающими средствами и антисептиками, изготавливается прочная и в то же время удобная спецодежда для шахтеров. Черные реки угля текут из шахт по транспортерным лентам, изготовленным из каучуков и химических волокон. Такие ленты и прочны, и гибки, и малорастяжимы.

Капрон используют в восстановительной хирургии для замены пораженных тканей и органов. Освоены операции на кровеносных сосудах, когда, например, участок аорты заменяют на протез из капроновой ткани. А сшивают живую ткань синтетическими нитями. Эти нити остаются в напряжении, пока ткань не примет нормальное состояние, и тогда бесследно растворяются без вреда для организма.

Северодонецкие химики получают сырье и для другого синтетического волокна — нейлона. Название этого сырья — адионитрилгексаметилендиамин.

мин — звучит сложно. А вот другое его название — АГ-соль — известно не только текстильщикам, но и специалистам многих отраслей. Ведь из нейлона готовят и шинный корд, и тесьму, и ремни, и рыболовные снасти. Кстати, известный французский исследователь морских глубин Жак-Ив Кусто в своих экспедициях пользовался очень прочным нейлоновым тросиком для фотографирования подводного мира. Из нейлона делают гребные винты на судах. Да, именно из нейлона, хорошо знакомого нам по носкам и рубашкам. Пластмассовые винты превосходят металлические по многим показателям: они легче, не подвергаются коррозии, более стойки к ударам.

Есть удивительный природный материал — асбест. Вручную его можно разделить на тонкие серебристые нити, волокна. В народе асбест называют горной кожей. А вообще это слово в переводе с греческого означает «несгораемый». Причудливо вьющимися волокнами асбеста восторгался Петр I. А узнал он о нем благодаря хитрой проделке уральского промышленника Акинфия Демидова. Тот подарил царю серебристо-белую скатерть, а затем во время обеда опрокинул на нее тарелку жирной ухи и стакан красного вина. Царь очень огорчился, а Демидов засмеялся, взял скатерть и бросил в камин. Потом ее вынули из огня, остудили, накрыли на стол — скатерть была без единого пятнышка: все, что могло гореть, сгорело, асбест, из которого она была сделана, снова радовал своей серебристой белизной.

Сегодня из асбеста изготавливают различные промышленные изделия, в том числе и огнестойкие ткани. Но и асбест плавится при температуре 1450 градусов. Химики же создали ткани из таких органических волокон, которые не плавятся при темпе-

ратуре 3000 градусов. Такая ткань не горит, даже если налить на нее расплавленную сталь. И в то же время эти материалы очень легкие, а для космической техники это одно из ценнейших качеств.

Из полимеров «шьют» одежду для космонавтов. Скафандр членов экипажей американских кораблей «Джеминай», к примеру, состоял из трех слоев полимеров. Внутренний слой был изготовлен из прорезиненного нейлона. Он мог обеспечить жизнедеятельность стратонавтов при снижении давления. Второй слой из нейлоновой сетки удерживал внутренний от раздувания, третий был из белого нейлона. Из полутора десятков слоев синтетической пленки состоит скафандр, предназначенный для выхода в открытый космос. Такой скафандр выдерживает перепад температур от -70 до $+120$ градусов.

Большинство синтетических материалов абсолютно безвредно для человека, но некоторые из них все же обладают незначительной токсичностью. И если в земных условиях при естественной вентиляции небольшие газовые выделения из полимеров не представляют опасности для здоровья человека, то другое дело — герметичная кабина ракеты. Поэтому все синтетические материалы тщательно проверяют, удаляют из них летучие вещества, испытывают в макетах ракет при условиях, близких к реальному полету.

Во время подготовки к совместному орбитальному полету кораблей «Союз» и «Аполлон» встретились с такой трудностью. Атмосфера в «Аполлоне» была из чистого кислорода, и туда в целях безопасности нельзя было вносить горючие материалы. К этой категории отнесли шерстяные трикотажные костюмы советских космонавтов. Проблема была решена, когда создали новое полимерное во-

локло лапа — настолько огнестойкое, что не горело даже в чистом кислороде.

Среди разнообразных видов синтетических волокон особый интерес представляют те, которые получают из полимеров акрилонитрила. Это волокно называется нитрон. Акрилонитрил синтезируют из ацетилена или этилена. А дешевым источником этилена служит коксовый газ, где его содержится до двух процентов по массе. Обязательным компонентом для синтеза акрилонитрила является синильная кислота.

Для получения полимера, пригодного в качестве сырья в производстве волокна нитрон, необходима исключительная чистота акрилонитрила. Все виды примесей, кроме воды, не должны превышать 0,005 процента. Волокно нитрон формуют только из раствора, и качество его в значительной мере зависит от способа приготовления прядильного раствора. В настоящее время наибольшее применение нашел способ прядения волокна нитрон из растворов полиакрилонитрила в роданисте натрия. Производство роданистого натрия освоено на Ждановском коксохимическом заводе. Сырьем служат цианиды, извлекаемые из коксового газа.

Нитрон напоминает лучшие сорта мериносной шерсти и натурального шелка, но в два раза прочнее. Это превосходный материал для изготовления мехов с пушистым и упругим ворсом, ковров, свитеров, рубашек, перчаток. Он не мнется и не горит. А кому не знакомо волокно лавсан! Популярен трикотаж из лавсана, особенно в смеси с шерстью или хлопком. Такая ткань прочна, не мнется. Из волокна хлорин изготавливают лечебное белье, оно уменьшает боли от радикулита, ревматизма и подагры, так как ткань из хлорина при трении о кожу образует слабые электрические разряды.

И все же в последнее время и в нашей стране, и за рубежом спрос на изделия из синтетических тканей резко упал. Споры нет — нейлон и все его разновидности превосходят натуральные ткани и по прочности, и по несминаемости. А вот по своим комфортным качествам значительно уступают им. Поэтому химики и поставили перед собой задачу получить волокно с особыми свойствами. Это оказалось возможным, если при производстве обычных полиамидных нитей добавлять в сырье определенные модификаторы. При этом можно получить ткани, влагопоглощение которых составит не менее 12 процентов, что даже несколько выше, чем у натурального хлопка.

Улучшение комфортности тканей, придание им свойств натуральных материалов — далеко не полный перечень качеств, которые создают модификаторы. Известно, например, что капроновое волокно даже при незначительных тепловых нагрузках начинает разрушаться. При введении же в материал лишь 0,5 процента модификатора-термостабилизатора капрон сохраняет свою прочность даже при температуре в 200 градусов. Уже сегодня такой материал применяют при изготовлении корда для автомобильных шин. Будущее принадлежит таким модифицированным синтетическим тканям.

ИХ НАЗВАЛИ ИОНИТАМИ

Среди синтетических высокомолекулярных соединений выделяются ионообменные смолы. Их еще называют ионитами. Это удивительные соединения. Без этих волшебных зерен ныне не могут обойтись медицина и гидролизная промышленность, металлургия и пищевая индустрия. Они нужны в атом-

ной энергетике, производстве благородных и редких металлов, электроэнергии, сахара, при очистке сточных вод.

Иониты состоят из гигантских органических молекул. Это, как и многие другие синтетические смолы, практически ни в чем не растворимые твердые вещества, по внешнему виду — сыпучие материалы, состоящие из мелких зерен. Цвет у них бывает разный: белый, коричневый, желтый. Особенность ионитов в том, что в их составе есть так называемые ионогенные группы, то есть группы, которые в воде могут давать те или иные ионы.

Первые опыты по ионному обмену были проделаны с почвой. Химики хотели установить, поглощает ли почва соли аммония, необходимые для питания растений. Для этого взяли стеклянный цилиндр, наполнили его смесью земли и сульфата аммония и стали пропускать дистиллированную воду. Если бы почва не усваивала соли аммония, то они бы вымывались и их можно было бы обнаружить в фильтрате. Но, к изумлению химиков, в фильтрате, то есть в той жидкости, что вытекала из поглотительной колонки, обнаружили не сульфат аммония, а сульфат кальция. Вывод следовал только один: почва поглотила соль аммония и выделила соль кальция. Это был простейший случай ионного обмена.

В 1935 году английские исследователи Адамс и Холмс изготовили синтетическую смолу, обладающую свойствами ионитов. Из-за способности этой смолы вступать в многочисленные реакции ионного обмена ее называли ионообменной. С этого времени в области ионитов началась новая эра. Их стали получать из того же сырья, что и пластмассы, — фенолформальдегидных смол, полихлорвиниловой смолы и других. Ионообменные смолы, способные

поглощать из различных растворов катионы, называли катионитами, поглощающие анионы — анионитами.

При синтезе ионообменных смол, как и других высокополимерных материалов, используют методы полимеризации или поликонденсации. Весь секрет заключается в том, как придать полученному высокомолекулярному веществу ионообменные свойства, то есть свойства кислоты или основания. Делают это путем соответствующей обработки. Например, чтобы прицепить к смоле ионогенную группу с кислотными свойствами, ее обрабатывают серной кислотой — сульфатируют. Такую смолу можно сравнить с рыбацкой сетью с подвешенными к ней грузилами. Правда, в промышленности чаще поступают иначе. Сначала сульфатируют фенол — одно из основных веществ для синтеза смолы, затем соединение подвергают реакции поликонденсации с формалином до образования смол, обладающих ионообменными свойствами. Аниониты же получают на основе твердых высокомолекулярных аминосмол. Интересно, что катионит можно получить даже при обработке серной кислотой обычного каменного угля. Так называемый сульфоуголь широко применяется для смягчения жестких вод.

Кстати, впервые иониты и были использованы для химического смягчения жестких вод, идущих на питание паровых котлов. Жесткие воды содержат значительное количество солей кальция и магния. Такие воды преимущественно в Донбассе. В паровых котлах в процессе превращения воды в пар образуется накипь, которая не что иное, как осевшие на поверхности соли жесткости. Накипь плохо проводит тепло, поэтому со временем для получения одного и того же количества пара требуется сжигать больше топлива. Кроме того, нарастание

пленки накипи может привести к аварии. Избежать этого позволяют иониты. С их помощью из воды извлекают соли кальция и магния, а вместо них вводят ионы натрия. Вода становится мягкой. Ионно-обменные установки на электростанциях длительное время обеспечивают бесперебойную работу котлов.

Правда, со временем иониты теряют свою работоспособность, они как бы насыщаются ионами и перестают поглощать их из раствора. Но этой беде нетрудно помочь. Оказалось, что иониты обладают еще одним замечательным свойством — могут восстанавливать свою работоспособность. Достаточно, например, промыть катионит слабым раствором кислоты, и он вновь готов к работе.

Еще Аристотель когда-то пытался получить из морской воды пресную. Но успеха не добился. Хотя надо сказать, что великий ученый древности в принципе был на правильном пути: он использовал для опреснения морской воды различные глины и песок, так как и в его времена люди знали, что многие глины обладают способностью поглощать (сорбировать) различные вещества.

С изобретением паровой машины и появлением пароходов появились опреснительные установки морской воды, основанные на ее перегонке. Но они были сложны и дороги. И вот на помощь пришли иониты. Если пропускать морскую воду через специальную колонку с ионитом, то из колонки будет вытекать пресная вода. Иониты очищают морскую воду от растворенных в ней солей и делают ее годной для питья.

Большие количества воды, содержащей как можно меньше примесей, требуются современному химическому производству. Получить ее помогают иониты. Для этой цели их применяют в виде листов

или пленок, так называемых мембран. Такая мембрана обладает удивительными свойствами: если ее поставить в качестве перегородки в электролизере, то она окажет сильное влияние на движение ионов. Одни будут свободно проходить через нее, а другие задерживаться. Этот процесс и был использован для обессоливания воды.

Иониты помогли в принципе осуществить и процесс извлечения из морской воды... золота. В тонне морской воды его содержится в виде сложных солей до восьми миллиграммов. Конечно, это очень немного. Но ведь морской-то воды на нашей планете неисчерпаемые запасы. Извлечение золота из морской воды, видимо, дело недалекого будущего. Это особенно стало ясно после того, как были синтезированы так называемые электронообменные смолы. Они не только обменивают свои ионы на ионы металла, но еще и способны восстанавливать этот металл, отдавая ему электроны. Если через них пропускать раствор, содержащий золото или серебро, то вскоре на смоле осаждаются не ионы, а металлические золото или серебро. Советские ученые разработали метод извлечения золота и других драгоценных металлов из сточных вод ювелирных фабрик с помощью ионообменников. Ионит извлекал 99,8 процента содержащегося в воде драгоценного металла.

В одном из очерков Александр Грин рассказал о том, как раньше выделяли золото из руды на приисках царской России: «Бадья выбрасывала из шахты наверх щебень подпочвенного золотоносного слоя. Щебень, перемешанный с песком, промывали в бутаре. Бутара — род наглухо закрытой бочки, цилиндра. Песок вместе с водой и небольшим количеством ртути дает при вращении бутары амальгамированный ртутью осадок золота. Золото

растворяется в ртути. Затем ее извлекают и выпаривают на огне, а золото остается».

Современные предприятия по добыче золота—это целые фабрики со сложнейшими механизмами и аппаратами, огромными мельницами, дробилками, экскаваторами. Изменились и способы извлечения золота из руд. Ныне общепринятым промышленным методом получения драгоценного металла является цианирование. Он был открыт в середине прошлого века русским инженером и ученым в области цветной металлургии П. Р. Багратионом (племянником прославленного героя Отечественной войны 1812 года князя П. И. Багратиона).

После предварительной подготовки руду обрабатывают раствором какой-либо цианистой соли. Этот раствор в присутствии кислорода образует с золотом так называемую комплексную соль, почти не взаимодействуя в то же время с другими содержащимися в руде металлами. Комплекс, в который вовлечено золото, легко растворяется в воде. Поэтому его отделяют путем фильтрации: осветляют, а затем осаждают из него благородный металл с помощью стружки цинка. Фильтрация и осветление — процессы длительные и трудоемкие. Для них нужно большое количество воды, которую после окончания технологического процесса требуется очищать и обезвреживать. А для этого необходимы дополнительные затраты пара, электроэнергии, дорогих химикатов.

Советскими учеными в последние годы разработан новый способ: золото извлекается не из растворов, а из густых пульп с помощью процесса сорбции. Твердый сорбент, в качестве которого применили ионообменные смолы, извлекает золото из пульп в виде комплексных анионов. Затем предстоит удалить золото с ионообменной смолы. Здесь

на помощь гидрометаллургам приходит удивительное химическое вещество — тиомочевина. Ее вырабатывают на Донецком заводе химических реактивов. Колонки с ионообменной смолой, на которой сорбировано золото, промывают раствором тиомочевины. Золото образует с тиомочевинной прочный катионный комплекс, который смола удержать не может. Таким образом, золото накапливается в концентрированном растворе, откуда его и выделяют. А ионообменные смолы могут применяться многократно.

Но не только извлечение золота и опреснение воды принесло ионитам широкую популярность. Было замечено, что ионы с разной силой удерживаются ионитами. Благодаря этому с помощью ионитов стало возможным проводить разделение различных металлов. Были синтезированы иониты, проявляющие сорбционную способность к определенным катионам металлов. Эти так называемые селективные иониты позволяют разделять даже такие родственные металлы, как литий и цезий. Избирательность, умение отбирать из раствора именно те ионы, которые нужны, и никакие другие — это, наверное, самое удивительное свойство ионообменных смол.

В природе не встречается обычно химически чистых веществ. Все химикаты содержат какие-то посторонние примеси. Иониты заметно облегчили получение веществ, свободных от примесей. С их помощью сейчас очищают сырье для производства пластмасс и рассолы поваренной соли, этиловый спирт и катализаторы.

Иониты произвели буквально переворот в производстве сахара. Это одна из сложных отраслей пищевой промышленности. Марк Твен в романе «Жизнь на Миссисипи» писал: «Сахарный завод

представляет собой путаницу чанов, бочек, чашек, фильтров, насосов, труб и машин. Производство сахара исключительно интересно. Сначала тростник закладывают в центрифуги и выжимают из него сок, затем сок проходит чаны, где извлекают волокно, затем — сквозь костные фильтры, чтобы удалить спирт, затем — через осветляющие цилиндры, чтобы отделить патоку, затем — через грануляционную трубу, чтобы сконденсировать, затем — через вакуум-аппарат, чтобы высушить. Теперь сахар готов в продажу».

В нашей стране сырьем для производства сахара служит сахарная свекла, но сам процесс не менее сложный — с многочисленными фильтрациями и весьма значительными потерями продукта. А вот если сахарный сок фильтровать через иониты, то в фильтрате останется чистый сахар и потерь практически не будет. Сейчас иониты используют на многих сахарных заводах для осветления свекловичного сока и ускорения фильтраций.

Нашли применение иониты и в медицине. С их помощью лечат язву желудка, гипертонию, их используют при консервировании и переливании крови, для очистки стрептомицина и других антибиотиков.

В известном эксперименте «Земной звездолет» три исследователя прожили целый год в условиях, максимально приближенных к космическим, у них была оранжерея, в которой росли овощи. В качестве почвы в этом огороде применялись ионообменные смолы, специально насыщенные необходимыми для роста растений минеральными солями. За год исследователи сняли десять урожаев овощей с одной и той же ионитной почвы.

Около пяти веков тому назад корабли Христофора Колумба пристали к острову Гаити. В играх местных жителей европейцев удивили твердые мячи, которые при ударе о землю высоко подпрыгивали. Выяснили, что смолу для изготовления таких мячей туземцы получали из сока гевеи — гигантского дерева, растущего на южноамериканском побережье. Это был каучук, один из природных полимеров. По-индейски каучук и означает «слезы дерева».

Привезенные испанцами в Европу образцы каучука долгое время хранились в музеях как редкость. И лишь в прошлом столетии каучук стали применять для изготовления галош, пропитки тканей, чтобы придать им водонепроницаемость. Первые непромокаемые плащи-макинтоши были названы так по имени изобретателя — шотландского фабриканта Ч. Макинтоша. Но эти плащи делались липкими в жару и ломкими в холод. Дело в том, что ткань пропитывалась раствором сырого каучука. А в 1839 году американец Ч. Гудьир впервые получил так называемый вулканизированный каучук. Вулканизация — нагревание каучука с небольшим количеством серы, после чего ему не страшны ни жара, ни холод.

Когда начал развиваться автомобильный транспорт, интерес к каучуку вырос — он эластичен, и шины из него обеспечивали мягкую езду. Природного каучука уже не хватало, и химики начали поиски. Первый образец синтетического каучука получил в 1909 году русский ученый, впоследствии академик АН СССР С. В. Лебедев. А в 1927 году он же разработал промышленный способ производства синтетического каучука.

Во многих научно-исследовательских институтах были синтезированы сотни различных каучукоподобных полимеров. По отдельным свойствам они превосходили природный. Сейчас в нашей стране производятся различные типы синтетических каучуков — бутадиеновый, изопреновый, каучуки специального назначения. Из них делают детали машин и грелки, шины для самолетов и хирургические перчатки.

Как же каучук превращают в резину? Сырой каучук разминают на вальцах в мелкую пластическую массу. К ней добавляют необходимые примеси, в результате чего получается тесто. Рецепт приготовления теста различен: для автомобильных камер — один, для покрышек — другой, для галош — третий. Но почти во всех рецептах непременно есть желтый порошок серы и черная сажа. Сера нужна для вулканизации, сажа — это наполнитель, повышающий механические свойства каучука. Тесто прокатывают в листы. Из листов формуют сырое изделие, которое затем вулканизируют.

В резиновых технических изделиях нуждаются и промышленность, и транспорт, и сельское хозяйство. Крупнейший на Украине Днепропетровский шинный завод освоил свыше 20 типоразмеров шин для легковых автомобилей, грузовиков, мотоциклов. Конвейерные ленты для угольных шахт, приводные ремни выпускает Лисичанский завод резинотехнических изделий. На производстве шин для детских велосипедов специализируется Донецкий завод резинотехнических изделий. Необходимые шинной промышленности сорта сажи дает Стахановский завод технического углерода. Сырьем для сажи служит продукция каменноугольной промышленности. Для светлых и цветных резин в качестве минерального наполнителя используется белая са-

жа. Ее выпускает Славянское производственное объединение «Химпром».

Комплексной программой химизации народного хозяйства СССР на период до 2000 года предусмотрен значительный рост производства синтетического каучука, латексов, шин и резинотехнических изделий. Намечено внедрить новые рецепты резин на основе использования спецкаучуков. Расширится ассортимент и увеличится в среднем в два раза срок службы конвейерных лент, клиновых и приводных ремней, в том числе для предприятий угольной промышленности. К 2000 году не менее 20 процентов потребности народного хозяйства в шинной продукции будет удовлетворяться за счет восстановления изношенных шин.

СТАРЫЙ НОВЫЙ МАТЕРИАЛ

Кому из нас не знакома такая картина: разгневанный мужчина (или женщина) стоит перед группой опустивших головы ребятишек, держит в руках злосполучный мяч и грозно вопрошает: «Кто разбил окно?» Так начинается в детстве наше знакомство со стеклом, одним из самых старых материалов, созданных руками человека. И сегодня без стекла не обходится практически ни одна из сфер производства, транспорта, строительства, связи, ни одна из областей науки, нашего повседневного быта.

Стекло родилось примерно шесть тысяч лет назад. Древнеримский историк Плиний Старший, погибший при извержении Везувия, оставил после себя такую легенду. Однажды возвращались домой по Средиземному морю финикийские купцы. Путь был недалек, и они, пристав к берегу, заночевали.

Разложили костер, а чтоб поставить на огонь котел, подложили несколько больших кусков соды, которую везли с собой из Африки. Наутро в слое золы обнаружили чудесный слиток. Он был чист и прозрачен, как вода, и тверд, как камень. Так люди впервые увидели стекло, огненный камень, рожденный из песка и соды.

Долгое время стекло было предметом роскоши, из него отливали фигурки в глиняных формах, изготавливали бусы. Потребовался опыт сотни поколений, прежде чем люди научились варить прозрачное бесцветное стекло. Золотой век его начался, когда была изобретена стеклодувная трубка. Появились изделия совершенной формы, красок, тонов, игры света. Стекло врывается во все сферы быта, искусства, теснит привычные материалы. И только оконное стекло по-прежнему еще длительное время варить не умели, оно появляется лишь в конце средневековья.

А теперь на нашей планете ежегодно вырабатывается около миллиарда квадратных метров оконного, зеркального и другого листового стекла. Но это только половина, а другая половина идет на изготовление различных ламп, стеклянной посуды, облицовочных плит и т. д.

Что же это такое — стекло? Долгое время его считали определенным химическим соединением. И лишь Д. И. Менделеев обосновал представление о стекле как о сложной системе, как о сплаве окислов переменного состава. В настоящее время ученые рассматривают стекло как сложную жидкую систему, находящуюся в переохлажденном состоянии. Важной его особенностью является химическая устойчивость, то есть способность противостоять разрушающему действию различных вод, растворов солей, химических реагентов, газов и влаги атмо-

сферы, из физических свойств — механические, термические, оптические, электрические.

Ныне технике нужны стекла часто с точно заданными свойствами. И стекольных дел мастера ищут все новые и новые рецепты стекла. И поиск этот начинают с сырья. Ведь стекловары издавна убедились, что качество стекла зависит от качества сырья. Особенно это стало важно с освоением новых сфер использования стекла — линз измерительных приборов, элементов волоконной оптики. Примеси даже в ничтожных количествах сильно влияют на качество стекла. Наличие в сырье атомов одного элемента приводит к рассеиванию светового луча, другие преломляют его, отклоняют, третьи, пропустив луч, отнимают у него часть энергии, четвертые заставляют луч дрожать. Вот почему чистота сырья так важна.

Плоть стекла составляют кремнезем, борная кислота (или бура), углекислый натрий (или углекислый калий). Кроме того, при варке добавляют различные осветлители, красители, ускорители. Добавляют и специальные вещества — газообразователи (селитру, сульфит), газы при варке как бы перемешивают стекло. Цвет стекла зависит от примесей оксидов металлов. Алые и розовые тона дает ему марганец, оранжевый — сера, а синий цвет — соединения кобальта. Синюю кобальтовую краску применяли в стекольном производстве еще пять тысяч лет назад. В Китае кобальт использовали в производстве всемирно известного голубого фарфора. Синие стекла, окрашенные кобальтом, археологи нашли в гробнице фараона Тутанхамона.

В средние века ни одно из государств Европы не могло соперничать в производстве стекла с Венецианской республикой. Чтобы оградить секреты варки цветных стекол от чужого любопытства, прави-

тельство Венеции в XIII веке специальным указом перевело все стекольные фабрики на уединенный остров Мурано. О том, какими способами охранялись там секреты производства, можно составить себе некоторое представление по такой истории. Однажды с острова бежал подмастерье по имени Джиорджио Белерино, а вскоре в одном из немецких городков сгорела стекольная мастерская. Ее владелец — его звали Белерино — был заколот кинжалом.

Своим успехом венецианские синие стекла были обязаны тому же кобальту. На Руси большим спросом пользовалась дорогая, но очень стойкая и сочная кобальтовая краска голубец. И ныне без соединений кобальта не сварить многие виды стекла.

Для обесцвечивания стекла издавна использовали диоксид марганца. О чудесной способности черного порошка пиролюзита осветлять стекло писал еще Плиний Старший. Диоксид марганца окисляет двухвалентное железо, придающее стеклу зеленый бутылочный цвет, до трехвалентного. И стекло обесцвечивается. Именно из-за способности обесцвечивать стекло марганцевые минералы и называли стекольным мылом или марганцем (от греческого «манганезе» — очищать). Сейчас для этих целей с успехом применяют также диоксид церия. Но диоксид марганца не только обесцвечивает стекла, но и, добавленный в большом количестве, окрашивает их в красивые розовые и фиолетовые цвета.

Помните веселую пародию на ковбойские фильмы «Лимонадный Джо»? Его герой выпивал адскую смесь и закусывал...стеклянным стаканом. Такого, конечно, в действительности не бывает, но употреблять стекло в пищу приходится нам всем. Дело в том, что обычное стекло растворяется в воде. И пусть эта степень очень незначительна, все же со

стаканом горячего чая мы выннваем около одной десятитысячной грамма стекла. А если при варке стекла к нему добавить шепотку солей лантана, циркония и лития, то его растворимость уменьшится в сотни раз, оно станет устойчивым даже к серной кислоте. Кроме того, литиевые стекла характеризуются ценными оптическими свойствами, хорошей термостойкостью. Литий входит в состав стекол, из которых изготавливают телевизионные кинескопы.

Недавно химиками создано оригинальное стекло, изменяющее свой цвет в зависимости от... времени дня. Под действием солнечного света оно становится синим, а с наступлением темноты — вновь прозрачным. Этот эффект обусловлен добавками молибдена, который вводят в расплавленное стекло либо в виде тонкой прозрачной пленки вклеивают между двумя его слоями.

Человек давно привык к ним, этим маленьким тайным собеседникам («свет мой зеркальце, скажи, да всю правду доложи»). Обычный предмет домашнего обихода. Даже не верится, что когда-то знатные дамы украшали зеркалами свои вычурные прически, одевали зеркала в драгоценную оправу. Позже свойства зеркальных стекол стали использовать архитекторы. Отражение анфилад комнат, дворцовых колонн в громадных зеркалах до полу расширяло границы покоев, усиливало ощущение пространства.

Тайна изготовления зеркал уже давно раскрыта. Стекло полируется до волшебного блеска, потом его моют водой с нашатырным спиртом для обезжиривания, наконец, оно попадает на стол с идеально горизонтальной поверхностью. И на чистое стекло ложится ровным слоем блестящее серебро. Химическая схема серебрения зеркал общеизвестна:

восстановление металлического серебра из аммиачного раствора его солей с помощью глюкозы или формалина. А затем лаки надежно защищают дорогой металл. И появляется в зеркале отражение.

Зеркала сегодня работают во множестве оптических приборов. В миллионах автомобильных и прочих фар свет электрической лампочки усиливается вогнутым зеркалом. Зеркалами снабжены маяки. В годы войны прожектора помогали обнаруживать врага. Иногда с помощью зеркал прожекторов решались даже стратегические задачи. Так, при штурме Берлина 143 прожектора огромной светосилы ослепили гитлеровцев, и это помогло скорее сломить врага.

В 1937 году на фоне ночного неба столицы впервые запламенели звезды, увенчавшие башни седого Кремля. Рубиновое стекло для кремлевских звезд было изготовлено в цехах константиновского завода «Автостекло». Секрет получения рубинового стекла был стекловарам известен: при варке в жидкую массу добавляют раствор золота в царской водке (смесь концентрированных азотной и соляной кислот). Добавляют, конечно, в очень малых дозах. Но тут случай был особый: для будущих кремлевских звезд требовались многие тонны стекла, а значит, счет благородного металла шел уже на десятки килограммов. Для страны это явилось бы, пожалуй, непозволительной роскошью. Выход был найден — необходимый эффект дали добавки селена и кадмия.

Первые кремлевские рубиновые звезды салютовали стахановцам довоенных пятилеток, ополченцам, уходившим на защиту столицы, героям-фронтовикам, печатавшим шаг по брусчатке Красной площади на параде Победы. А в 1946 году они уступили место новым, изготовленным на заводе «Крас-

ный май» в Вышнем Волочке. Умельцы-стеклоделы сделали особый, неповторимый рубин, горящий днем и ночью густо-алым светом. Он состоит из молочно-белого и красного стекла, наложенных слоями. Нигде нет такого прекрасного рубина, какой сияет на кремлевских звездах.

Новая сфера использования стекла в наши дни — волоконная оптика. С изобретением лазера в целенаправленный световой поток оказалось возможным ввести необходимую информацию и извлечь ее на другом конце связи. Принцип был прост, но сложна его реализация. Выход подсказали стеклянные волокна. Именно по ним и посылают лучи, нагруженные информацией.

Волоконное стекло должно быть необычайно чистым по своему химическому составу, тонким, чтобы луч не болтался туда-сюда, — толщина его не более 0,003 миллиметра. Невероятно? И тем не менее такие волокна из стекла изготавливаются. По одному единственному стеклянному волокну (волоску) с помощью одного луча света можно вести одновременно 15 тысяч телефонных разговоров. Стеклянные волокна одевают в специальную пластмассовую оболочку. Пучок из десяти тысяч подобных стеклянных нитей по толщине сравним с обычной шариковой ручкой.

На основе оптического волокна промышленность выпускает световоды, жгуты, волоконные пластинки и диски. Они используются в приборах радиоэлектронной, приборостроительной и других отраслей. В медицине делают гибкие перископы и эндоскопы. Изобретен фокон — волоконно-оптический прибор, измеряющий изображение предмета.

Писатель Петроний, придворный Нерона, в своем знаменитом «Сатириконе» описал такой факт, кажущийся легендой. Один мастер-стеклодув изо-

брел способ придавать изделиям из стекла столь высокую прочность, что они не бились. Свое изобретение он положил к ногам императора. Нерон похвалил мастера, а потом приказал казнить его, чтобы никто не узнал секрет этого замечательного изобретения. И пояснил присутствующим царедворцам: если секрет обнаружится, золото потеряет ценность.

Но остановить технический прогресс невозможно. И сегодня такой хрупкий материал, как стекло, делают прочным, как сталь. Один из способов — закалка. В этом процессе есть что-то общее с той закалкой, которую рекомендуют нам врачи для здоровья. Человек закаливается, чтобы быть крепче.

И стекло закалывают для увеличения его прочности. Происходит это так. При остывании готового стеклянного изделия температура его понижается неравномерно — на поверхности быстрее, чем внутри. Наружная часть может уже затвердеть, а внутри стекло будет еще жидким. А при охлаждении ведь тела сжимаются, и в стекле возникает напряженное состояние.

Вот регулируя напряженное состояние искусственным способом (например, обдувкой воздухом), и получают стекло повышенной прочности. Так было создано известное автомобильное стекло сталинит. Еще прочнее стекла для паровых котлов высокого давления.

Большое будущее принадлежит ситаллам. Это стекло с кристаллической структурой. Стекло и кристалл — что здесь может быть общего? Ведь стекло всегда было аморфным. Если же в нем и возникали случайно кристаллы, то оно становилось хрупким и мутнело. Кто из нас не находил в детстве у себя в саду или в огороде осколки таких мутных

стекло, длительное время пролежавших в земле. Но оказалось, что стекло может приобрести кристаллическую структуру, то есть в нем могут зародиться кристаллы; это происходит, если сваренное и отформованное стекло заново нагреть выше температуры размягчения.

Ситалл — стекло со свойствами металла. Таким оно стало благодаря примесям различных химических веществ и особым условиям охлаждения. Мельчайшие кристаллики, составляющие его, плотно, без зазоров, прилегают друг к другу, да еще склеены тонкой стеклянной пленкой. Ситалл можно ковать, из него можно делать отливки, он прочнее, второе легче и гораздо дешевле чугуна. По твердости его превосходят только корунд да король камней — алмаз. И это еще не все. При температуре в 1000 градусов, когда чугун, медь и золото становятся мягкими, как масло, ситалл держится как ни в чем не бывало.

Незаменимым материалом стал ситалл для строителей, химиков, электротехников. Освоено производство из него жаростойкой хозяйственной посуды. Поверхность этой посуды напоминает глазурованный фарфор, а прозрачная крышка сделана из толстого закаленного стекла. В таких кастрюлях можно варить, жарить, тушить, они выдерживают температуру до 350 градусов.

Если в печь, где варится ситалл, добавить обычный доменный шлак, то образуется новый материал с необычными чудесными свойствами. Так в Константиновском научно-производственном объединении «Автостекло» был получен шлакоситалл — особенное кристаллизованное стекло, по весу не тяжелее алюминия, а по твердости превосходящее многие сорта стали. На него не действуют самые сильные кислоты. Он поддается центробежному литью

и прессованию, прокату и вытягиванию. Шлакоситалловые изделия заменяют металлы, керамику. Они дешевы и исключительно прочны. Там, где при работе сотрется тонна металла, выстоит сто килограммов шлакоситалла.

Сейчас из шлакоситалла делают нестирающиеся и не поддающиеся коррозии плиты, трубы, специальные детали любых фасонов и расцветок. В химической промышленности его применяют для облицовки резервуаров, в угольной — для изготовления конусов гидроциклонов. А плитки из шлакоситалла, пожалуй, не отличишь от мраморных. Белые, светло-серые, розовые, они привлекают своими узорами. Плитки эти обладают высокой прочностью, жаростойкостью, не боятся кислот и щелочей, значительно дешевле других материалов. Шлакоситалл заинтересовал также декораторов и тех художников, что работают в области прикладного искусства.

ЗВЕЗДНЫЙ ЧАС БУМАГИ

Одним из гениальных изобретений человечества считают колесо, а другим — бумагу. Самой древней тетрадью была глиняная табличка. Ею пользовались для письма в древнем Вавилоне. Конечно, она громоздка, неудобна. Книги из таких глиняных страничек транспортировали на верблюдах. Первыми отказались от столь тяжелых книг египтяне. Они изобрели папирус. Стебель тростника разрезали на тончайшие листы, спрессовывали их, высушивали и склеивали в полосы, которые было принято свертывать в свитки, рулоны, достигающие иногда огромной длины. Эра папируса растянулась на тысячелетия. Целые библиотеки составлялись из свитков исписанного тростника. Наиболее известной была

Александрийская в Египте, где, по свидетельству древних ученых, насчитывалось от 100 до 700 тысяч томов.

Во II веке до нашей эры пергамский царь Евмен задумал устроить в своей столице Пергаме грандиозную библиотеку. Слуги его отправились в Египет, чтобы закупить папирус. Но царь Птолмей запретил вывозить папирус, опасаясь, что Пергамская библиотека станет пользоваться большей популярностью, чем Александрийская. Однако Евмен не был обескуражен. Он собрал советников и приказал им найти другой материал для письма, который заменил бы папирус. И мудрецы вспомнили, что древние иранцы писали на воловьих шкурах, а в Риме некоторые государственные документы были начертаны на шкурах быков. Но бычья шкура грубая и плотная, у телят и ягнят она гораздо мягче и нежнее. Вот из нее и стали в Пергаме вырабатывать материал, на котором можно было писать книги. Назвали его в честь города, где он был изобретен, пергаментом.

В Европе на пергаменте писали с древности и до эпохи средневековья. Тонкую кожу телят, ягнят, козлят очищали от шерсти, обрабатывали раствором извести и, растянув на раме, тщательно вычищали. Полученный пергамент резали на листы, которые сшивали и заключали в массивный деревянный переплет, обтянутый кожей. Немало древних русских книг написано на пергаменте. В их числе Остромирово евангелие, созданное в X веке, и знаменитая Лаврентьевская летопись XIV века.

И папирус, и пергамент стоили больших денег. И книги из этих материалов могли иметь только состоятельные люди. В Древней Руси для обычных писем применяли бересту — верхнюю часть березовой коры. Последние находки в Новгороде члена-

корреспондента АН СССР В. Л. Янина говорят о широком распространении грамотности среди жителей средневекового города. Не имея пергамента, северяне с успехом заменяли его берестой и при заключении торговых сделок, и для писем, заметок. Даже в XVIII веке в отдельных уголках России еще нередко писали на бересте. А во время Великой Отечественной войны в Белоруссии в одном из партизанских подразделений на березовой коре выпускалась газета «Партизанская правда».

Во втором веке в Китае была изобретена бумага. Изготовил ее из растительных волокон Цай Лунь, но способ ее получения долго держался в секрете. В Европе бумага появилась лишь в X веке. Сырьем для бумаги служили различные материалы. В Китае ее делали в основном из риса (рисовая бумага), из бамбука и коры шелковичного дерева. Как, например, изготавливали бумагу из бамбука. Стебли очищали от листвы, замачивали в воде, когда они размокали, разрезали на мелкие куски, которые толкли в каменных ступах. Готовую кашицу промывали холодной водой, а затем в горячей воде смешивали с клеем. Полученную белую массу выгружали на деревянную раму с натянутой сеткой из шелковых нитей, вода фильтровалась через отверстия сетки, оставляя на ней тонкий бумажный лист. Влажную бумагу прессовали и сушили.

Арабы делали бумагу из пенькового и льняного тряпья. Длительное время готовили бумагу из тряпья и в Европе. Но после изобретения книгопечатания тряпичного сырья стало не хватать. И ученые предложили древесину: по составу она схожа со льном и хлопком. Для разделения ее на волокна был изобретен специальный истиратель — дефибрер. Однако из древесины можно было выраба-

тивать лишь грубые сорта картона. И только получаемая из древесины целлюлоза с успехом заменила тряпичную массу.

Чтобы получить целлюлозу, древесное волокно варят в специальном котле под давлением в присутствии сульфатного или сульфитного щелока. Из волокна удаляются смола, жиры, лигнин. Затем чистую древесную клетчатку — целлюлозу размалывают в тонкие волокна и в специальных аппаратах смешивают с очищенной древесной массой. Добавляют канифольный клей, чтобы на будущей бумаге не расплывались чернила. Добавляют и особый сорт белой глины — каолин. Глина является одновременно наполнителем и белящим веществом, придающим бумаге требуемые оттенки, увеличивает каолин и впитывающую ее способность. Для цветной бумаги в смесь вносят нужные красители. Вот из такой волокнистой массы сейчас и делают бумагу на бумагоделательных машинах.

В нашей стране созданы громадные бумажные фабрики, целлюлозно-бумажные комбинаты и лесопромышленные комплексы. Среди бескрайних карельских лесов на берегах Беломорско-Балтийского канала высятся корпуса Сегежского целлюлозно-бумажного комбината. Лесопромышленные гиганты выросли на берегах Северной Двины, Вычегды, Камы, Ангары. Не имеет себе равных Братский лесопромышленный комплекс, он рассчитан на производство одного миллиона тонн целлюлозы в год.

Растет выработка целлюлозы, бумаги и картона на предприятиях Украины. В послевоенное время здесь построено несколько новых предприятий: Львовская и Раховская картонные фабрики, Корюковская бумажная фабрика, на которой вырабатывают специальные виды бумаги — мелованную, гляцевую, шагреновую. С машин Жидачовского

целлюлозно-картонного комбината сходит в год до 70 тысяч тонн бумаги и 100 тысяч тонн картона. В одиннадцатой пятилетке введен в эксплуатацию Киевский картонно-бумажный комбинат. При выходе на проектную мощность он будет перерабатывать 276 тысяч тонн макулатуры, что сохранит от порубки миллион гектаров леса. В двенадцатой пятилетке войдет в строй действующих Рубежанский картонно-бумажный комбинат в Донбассе мощностью 100 тысяч тонн тарного картона и 40 тысяч тонн мелованной бумаги в год.

Сейчас выпускается около 200 различных видов бумаги — для печати, для письма, документов, чертежная, рисовальная, светочувствительная, переводная... Особенно быстро в наше время развивается производство технических видов бумаги. Например, бумага, обработанная особым химическим составом, служит надежной защитой металла от ржавчины. В такую бумагу заворачивают болты, винты, гвозди, из нее же изготовляют чехлы для станков. Создана конденсаторная бумага, она в десять раз тоньше человеческого волоса — всего 4 микрона. Из бумажного пластика делают детали для радиоприемников, телевизоров, панели для отделки стен.

Ученые нашли способ заменить природную целлюлозу, из которой делается бумага, синтетическими материалами. Дело не только в том, что сберегается ценная древесина. Бумага приобретает новые свойства — повышенную механическую прочность, стойкость к высоким и низким температурам. Карты, схемы из такой бумаги служат долгое время — ведь она в десять раз прочнее, чем обычная. Несколько новых видов бумаги создано химиками на основе стекловолокна. По прочности она не усту-

пает брезенту, кстати, и предназначается для укрытия различной техники от непогоды.

На Малинской бумажной фабрике Житомирской области начат выпуск бумаги из лавсана и фенилона. Она найдет применение при изготовлении изоляционных прокладок для электродвигателей, работающих в условиях повышенной температуры и агрессивной среды, фильтров для очистки дизельного топлива и кинофотоэмульсий. Впервые в стране в Малине начат выпуск двухслойной электролитической бумаги для нужд электроники, теплочувствительной — для медицины. Успешно прошла испытания и применяется в некоторых хозяйствах всходозащитная бумага. Она предохраняет поля от сорняков. Урожай с такого поля увеличивается в 1,5—2 раза.

Целебная бумага разработана в Украинском научно-исследовательском институте целлюлозно-бумажной промышленности. Она содержит лечебный препарат, подавляющий действие болезнетворных бактерий, и потому обладает эффектом самостерилизации, от привычных марлевых бинтов и салфеток отличается повышенной способностью впитывать влагу. В результате процесс заживления значительно сокращается. Еще одно достоинство нового перевязочного средства: при смене повязок нет неизбежных прежде болевых ощущений. Ее применение перспективно также в фармацевтической промышленности: фильтры из такого материала будут надежными стерилизаторами воздуха в помещениях, где находятся антибиотики.

Большую помощь медикам при лечении сердечно-сосудистых заболеваний оказывают электрокардиограммы. Раньше их делали на фотопленке, а теперь — на специальной бумаге. Бумажная лента дешевле фотопленки и не требует времени для об-

работки. Заслуженным признанием у фармацевтов пользуется хроматографическая бумага: помогает разделить сложные смеси разных веществ, что особенно важно при изготовлении различных лекарственных препаратов.

Знаете ли вы, что можно умываться... без воды? Скажете — чудеса. А ведь это бумага помогла создать полотенце, которым можно мыться. По внешнему виду оно ничем не отличается от обычного. Кусок подготовленной особым образом бумажной ткани пропитывают дезинфицирующим ароматным составом. Когда им протирают кожу, это вещество испаряется, а кожа становится чистой и прохладной.

Все шире используется бумага для изготовления посуды. Из нее делают тарелочки, стаканчики, бутылки. Моющиеся обои, изготовленные на основе полимерной бумаги, всегда будут чистые — их достаточно протереть влажной тряпочкой. Выпускают сейчас и самоклеящиеся обои — они с обратной стороны промазаны бесцветной каучуковой эмульсией. Но обои все же хоть и красивый, но непрочный наряд для наших комнат. Гораздо долговечнее окрашенные в разный цвет плиты из бумажно-слоистого пластика.

За последние годы в нашей стране увеличился сбор макулатуры и расширилось ее использование в картонно-бумажном производстве. Строительство картонной фабрики, использующей макулатуру, обходится в два раза дешевле, чем такой же фабрики, работающей на древесном сырье. Теперь макулатуру вводят в композиции печатной, газетной и писчей бумаги, вырабатывают из нее другие виды бумаги. А несколько лет назад украинские химики в союзе со строителями создали из бумажной макулатуры, пропитанной жидким стеклом, новый

прочный и огнестойкий материал для кровли. Он не ржавеет, как железо, не ломается, как шифер и черепица, и хорошо окрашивается в любой цвет.

Из смеси целлюлозы, древесной массы и макулатуры вырабатывают энсонит — многослойный картон. Им обшивают наружные стены малоэтажных зданий, стены и перегородки внутри жилых помещений. Из очень коротких волокон целлюлозы получают жаккардовый картон, идущий на перфорационные карты. Из сульфитной облагороженной целлюлозы делают фильтровальный картон, с помощью которого очищают технические масла от примесей, а воздух в рудниках и шахтах — от пыли.

На заводах вырабатывают много сортов кожкартона: одни служат материалом для стельки, другие — для подошв, третьи — для каблучков. Все они похожи на натуральную кожу — эластичны и прочны. Но был у них один крупный недостаток — в отличие от натуральной кожи они не имели мельчайших пор для поступления воздуха и испарения влаги. Советские ученые разработали промышленный способ производства пористой искусственной кожи. Кожкартон опускают в соляной раствор, а затем промывают водой, растворяясь, кристаллики соли оставляют следы своего пребывания — мириады мельчайших отверстий.

«Рукописи не горят!» — сказал когда-то Михаил Булгаков в романе «Мастер и Маргарита». А ведь сейчас и на самом деле выпускают книги, которые не боятся огня. Как же делают бумагу огнестойкой? Первыми такую бумагу изготовили русские умельцы более двухсот лет назад. В ее основе были не древесные, а каменные волокна. Но волокна асбеста слишком коротки, чтобы на их основе получить качественную бумагу. Защитить бумагу от разрушительного огня можно, пропитав ее каким-либо

негорючим веществом. Из такой бумаги делают, к примеру, елочные игрушки. Но химикаты постепенно разрушают бумагу, она ломается, становится хрупкой. Поэтому огнестойкую печатную бумагу делают иначе: на нее наносят тончайшие пластмассовые пленки, которые предохраняют ее от огня, не разрушая.

Д. И. Менделеев писал о том, что если современный период жизни людей характеризуется названием железного века, то с таким же правом его можно назвать веком бумаги. Невозможно представить, что случилось бы, исчезни бумага с лица земли. С ней исчезли бы все духовные достояния человечества, накопленные за тысячелетия. Известно такое изречение: «Бумага — крылья, на которых разносятся по миру мысли мудрецов».

СКОЛЬКО ЦВЕТОВ У РАДУГИ?

Сколько цветов имеет вспыхнувшее после теплого летнего дождя коромысло радуги? Ну конечно же, семь: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый.

Большинство предметов вокруг нас окрашено красками. Краски — это не индивидуальные соединения, а смеси обладающих цветом минеральных или органических веществ с различными растворителями и связующими. Входящие в их состав вещества минерального происхождения называют пигментами, органического — красителями. Химики вырабатывают свыше 2500 разновидностей красок и лаков. Столь богата цветами синтетическая радуга.

Это было в Испании в 1876 году. В провинции Сантандер группа путешественников спустилась

в пещеру и остановилась изумленная: на стенах пещеры цветными красками были изображены фигуры оленей и бизонов. Эти рисунки в пещере Альтамира оказались наиболее древней доисторической живописью, выполненной в красках. Ученые относят их к мадленской культуре.

Краски человек начал применять в седой древности. Еще при первобытно-общинном строе ему стали известны отдельные земляные краски, в частности окрашенные глины, а также сажа. С их помощью первобытные художники изображали на скалах животных, сцены боев и охоты, делали татуировку. В Древнем Египте для живописи употребляли сурик, киноварь, белила и другие минеральные краски. Их измельчали и смешивали со связующими: клеем, яичным желтком, воском. Знали египтяне и некоторые органические краски.

Пурпуром окрашивались тоги императоров Рима. Этот цвет считался символом власти. До сих пор бытует выражение «царственный пурпур». Эту изумительного цвета краску — красную с фиолетовым оттенком — получали из маленьких морских улиток — багрянок. А другие тысячи рабов трудились на полях в Индии, выращивая растения, из листьев которых получали индиго — краситель синего цвета. Желтую краску добывали из лепестков шафрана. Это была редкая краска. Недаром в Китае желтый цвет считался привилегией императора.

Из корней марены получали краситель, дающий пунцовый цвет. С ним связана легенда об одном сражении армии Александра Македонского. Это было в 330 году до нашей эры. Предстояла битва с персами, силы которых во много раз превосходили силы Македонского. И тогда император пошел на хитрость: приказал приготовить отвар из корней марены и нанести на одежду красные пятна. Хит-

рость помогла, проникшие в стан Македонского персидские лазутчики донесли: у врагов большинство воинов истекают кровью. И персы бросились в атаку, позабыв об осторожности. А греки только того и ждали. Подпустив персов поближе, Александр нанес неожиданный контрудар и выиграл сражение.

По мнению автора многотомной «Истории химических промыслов и химической промышленности России» П. М. Лукьянова, именно с красителей начинаются истоки химической промышленности в России. «Химические анализы древнейших русских красок, применяемых иконописцами,— пишет он,— показали, что последние использовали и, видимо, сами изготовляли самые разнообразные краски, к которым относятся свинцовые белила, ярь-медянка, и, что особенно удивительно, в составе зеленой и желтой красок, применяемых иконописцами в XI веке, обнаружен хром».

Не утратили свою стойкость в течение веков многие краски, которые изготовляли в Киевской Руси. В дошедшем до нас «Изборнике Святослава» и некоторых других памятниках древней русской письменности летописцы раскрашивали заставки и заглавные буквы и ультрамарином, и киноварью, и свинцовыми белилами. Все так же ярки и свежи фрески собора святой Софии в Киеве. В 1970 году были обнаружены фрески XII века, спрятанные под росписью последующих столетий в церкви Спаса на Берестове. Фресковая живопись делалась по свежей штукатурке, которая со временем превращалась в прочный известняк. В этом одна из причин того, что водные краски для стенной живописи пережили столетия. Другая причина в том, что древние краски — это или окислы, или соли.

Еще в XI веке на Руси делали ювелирные эмали — финифть. В одной старинной книге приводит-

ся рецепт: «Как золото-желтую финифть делать. Возьми 3 мерки сурика, 2 мерки сурьмы да 1 мерку окалины железной и стопи все оные вещи вместе, потом разотри, стопи опять и так многожды...» Финифть была вещь капризная. Если мастер перед началом работы ел чеснок, то ничего не получалось — от дыхания краски вяли. Писали кисточками из горностаевых хвостов. Сегодня древнее искусство финифти возрождено в Ростове Ярославском и Великом Устюге.

Краски в Древней Руси использовались не только для живописных работ. «Русичи великие поля червлеными щитами перегородили, ища себе чести, а князю славы». Это из «Слова о полку Игореве». Краской, которая называлась багровой червленью, красили и щиты воинов, и ткани, и посуду, и обувь.

В XV и XVI веках изготовление красок на Руси получило широкое распространение. Для нужд косметики применялись белила и румяна. Иностранцы, побывавшие в Московском государстве в то время, писали, что русские женщины любят краситься. Синюю краску делали из растущей на Украине вайды (синячник). Применяли для окраски и луковую шелуху, ягоды ежевики, листья диких яблонь, желтую ромашку. Но красителя в растениях ничтожно мало, поэтому краски эти стоили дорого. При Петре Первом, издавшем указ «О сыске и производстве красок», возникают специальные ремесленные мастерские.

Способы получения красок были сложными. А. Владимиров и Н. Осипов в своей книге «Красное, желтое, синее» приводят рецепт приготовления лучшей для того времени зеленой краски — ярь-медянки: «Возьми сыр козий да меду пресного да положи в медный сосуд, и наклади туда меди, и по-

крой медью. Запечатать крышку тестом и поставь на две недели».

XIX век принес с собой бурное развитие текстильной промышленности. Для многочисленных ткацких и прядильных фабрик требовалось все больше и больше красителей. И начались поиски способов получения их искусственным путем. 1842 год. Казанский университет. В одной из его лабораторий работает молодой профессор химии Н. Н. Зинин. Он изучает действие сероводорода на органические вещества. Получив из бензола с помощью азотной кислоты нитробензол, воздействует на него сероводородом — образуется маслянистая бесцветная жидкость, которая постепенно буреет на воздухе. Это был анилин.

Несколько раньше петербургский химик Ю. Ф. Фрицше выделил анилин из естественного красителя индиго. Зинин же открыл процесс образования анилина искусственным путем. Часть полученного им препарата сохранилась до сих пор и демонстрируется в химическом кабинете-музее Казанского университета. А химики на основе открытия Зинина создали новую отрасль промышленности, превратив анилин в красители самых разнообразных цветов и оттенков. И оказалось, что все эти красители — родственники тех красок, которые добывались из сандала, марены, индигоносов. Только они ярче, разнообразнее по цветным оттенкам и прочнее соединяются с окрашиваемыми тканями.

Зинин получил анилин из бензола. Но ведь бензол — одна из главных составных частей каменноугольной смолы. Значит, краски можно готовить из нее. Однако на коксохимических заводах в России не строили установок для улавливания бензола, не подвергали каменноугольную смолу разгон-

ке. Это тормозило развитие анилино-красочной промышленности. Иностранные фирмы с большой выгодой для себя закупали каменноугольное сырье, а в Россию поставляли полупродукты.

И лишь во время первой мировой войны общество фабрикантов хлопчатобумажной промышленности стало добиваться расширения производства химических красочных материалов. И вот в Рубежном в 1916 году был пущен завод «Русско-Краска». Однако в условиях военного времени он начал давать продукцию, не совсем соответствующую его профилю: серную кислоту, фенол, хлор. Первый полупродукт для красителей завод «Русско-Краска» выработал уже после Октябрьской революции — в 1925 году. Им был динитробензол. Ныне Рубежанское производственное объединение «Краситель» крупнейшее в стране. Оно дает 99,6 процента общесоюзного производства кубовых красителей около ста пятидесяти цветов и оттенков.

Но если красители используются главным образом для окраски тканей, то пигменты — цинковые и свинцовые белила, соединения ртути, железа, кадмия — служат основой для лакокрасочной промышленности. Свинцовые белила впервые получил греческий врач Диоскорид. Белым снегом называли окись цинка средневековые химики. Замешивая ее на олифе, они получали цинковые белила.

«Под ним струя светлей лазури...» Эта поэтическая строчка знакома нам с детства. Цвет лазури — удивительно красивый синий цвет. Готовили эту краску из редкого минерала лазурита. Пигмент был очень стойким и не терял яркости. В тридцатых годах прошлого века ультрамарин — алюмосиликат натрия, содержащий серу, — был синтезирован химиками. Его стали получать обжигом шихты, содержащей каолин, соду, серу и уголь.

В России он вырабатывался на ультрамариновом заводе в Мариуполе.

Сейчас промышленность нашей страны выпускает широкий ассортимент различных пигментов для лаков и красок. Цинковые белила производит завод «Укрцинк» в Константиновке. Вступил в строй Крымский завод пигментной двуокиси титана. Синтез ультрамарина по новому способу освоен в Ростовском химическом производственном объединении имени Октябрьской революции.

Старейшие предприятия лакокрасочной отрасли — Одесский и Харьковский заводы. Еще в 1870 году на Петербургской выставке мануфактурных изделий краски, изготовленные в Харькове, были удостоены особого отличия. Один из крупнейших в стране Днепропетровский завод лаков и красок вырабатывает алкидные краски, электроизоляционные лаки. Нитролаки и эмали — на конвейере Львовского лакокрасочного завода. Запорожский завод «Кремний-полимер» готовит эмали для окраски приборов, машин, трамваев, речных судов. Ценной особенностью этих кремнийсодержащих эмалей являются их высокая термостойкость, повышенные диэлектрические свойства.

Первым красителем, созданным в химической колбе, был мовеин. Его получил в 1856 году английский химик Уильям Перкин. Он думал об искусственном хинине, но, окисляя анилин дихроматом калия, вместо ожидаемого лекарства нашел пурпурную краску. Почти одновременно с ним польский химик Якуб Натансон извлек из анилина ярко-красный краситель фуксин, получивший свое название за сходство с комнатным цветком фуксией. А. М. Горький, рассказывая о красильне своего деда, писал: «В углу, в низенькой пристройке, жарко горели дрова, что-то кипело, булькало, и неви-

димый человек громко говорил странные слова: сандал-купорос-фуксин». Немецкий химик Август Гофман получил йодистый и метиленовый зеленые красители. Ткани, окрашенные в зеленые цвета, много лет были модными.

Советскими химиками созданы тысячи синтетических красителей: ярко-зеленые, словно июньская листва деревьев, алые, будто цветы мака, лазурные, как вечернее море. Анилино-красочная промышленность нашей страны занимает второе место в мире по объему производства.

Одними из самых распространенных стали азокрасители. Их, как и многие другие, синтезируют из анилина. Такие красители получают при низких температурах, отчего их и называли ледяными. Ими окрашивается свыше двух третей всех тканей. Своими окрашивающими свойствами эти красители обязаны азоидной группе, которая содержит два атома азота.

У покупателей обычно большим спросом пользуются ткани, окрашенные так называемыми кубовыми красителями: яркие расцветки, высочайшая прочность окраски. Они ведут свою родословную от индиго. Кубовые красители не растворимы в воде. Чтобы приготовить красящий раствор (куб), их обрабатывают в щелочной среде. А после окраски тканей кубовый краситель на воздухе сам по себе окисляется и переходит в порах волокна вновь в нерастворимое состояние. Этим и объясняется исключительная прочность окраски.

А как же определить, хорошая получилась окраска или нет, соответствует ли краситель эталону, не портит ли оттенок какая-то примесь? Эталонные меры цвета — маленькие стеклянные плитки семи цветов радуги — бережно хранятся в изящных лакированных шкатулках в особом сейфе Ленинград-

ского института метрологии имени Д. И. Менделеева. По ним изготавливают специальные альбомы и атласы. Ученые изображают цвет векторами — тремя числами. Языком цифр в атласах зашифровываются тысячи всевозможных оттенков. Эти атласы — оружие колористов, которые и ведут контроль, то есть делают пробное крашение, определяют устойчивость выкрашенных тканей к свету, к стирке и другим воздействиям. Они же разрабатывают рецепты приготовления порошков и паст красителей.

Конечно, текстильная промышленность по-прежнему главный их потребитель. Для каждой группы волокон есть свои краски. Они разные для хлопка, шерсти, шелка, льна. Химическая природа волокон различна, и создать подлинно универсальные красители, пригодные для окраски всех видов тканей, невозможно. Для хлопчатобумажных тканей применяют так называемые прямые красители, для шерсти — кислотные. И кислотные, и прямые красители растворяются в воде. А вот красители для капрона и нейлона в воде не растворяются. Они называются дисперсными. Правда, есть красители, которые носят название универсальных. Но это не подлинно универсальные красители, это различные смеси красителей для хлопка, шерсти и капрона. В последнее время появились так называемые активные красители — новые химикаты, которые могут красить ткани из хлопка, льна и вискозы без нагревания, придавая им яркую и стойкую окраску.

Чтобы обложка паспорта или другого документа оставалась прочной и красочной длительное время, ее обрабатывают специальными устойчивыми красителями, в которые в качестве компонента входят химические вещества — аценофены.

Без красителей немислима и лакокрасочная отрасль промышленности. Они нужны для изготовления акварельных красок и гуашей, цветных карандашей и чернил. А разве можно без красителей обойтись в производстве мехов, бумаги, кожи, при выработке кондитерских изделий? А кого оставит равнодушным цветная фотография?! Своим развитием она обязана хинолиновым красителям. Особенность здесь в том, что краситель образуется непосредственно на материале в процессе цветного проявления.

Есть много специальных красителей. Вот один из них — фенолфталеин. В обычной нейтральной среде он бесцветен. Но стоит только к раствору добавить каплю щелочи, как фенолфталеин мгновенно среагирует и раствор окрасится в розовый цвет. Объясняется это тем, что молекулы красителя под действием щелочи образуют новые ионы. Поэтому химики применяют его как индикатор на щелочную среду. Существуют красители, которые меняют окраску при перепадах температуры. Их используют, чтобы предупредить перегрев подшипников, поршней, цилиндров. Окрашенные ими детали сами сигнализируют об опасности изменением цвета. Растворимые в органических растворителях красители служат для маркировки специальных сортов бензина.

Голубизну выстиранному белью придает синька — метиленовый голубой краситель. Он относится к группе тиазиновых красителей. Это соли, в которых непосредственно краситель находится в катионной форме, а анионом является хлор. Их особенность в том, что они могут обесцвечиваться на свету и снова приобретать окраску в темноте.

Красители нашли применение и в медицине. Еще в Древней Руси для лечения кожных болез-

ней использовали краску вапу. Сапдал желтый помогал от головной боли, при болезнях сердца. Киноварь спасала от ожогов. Ярь-медянка, смешанная с медом и воском, заживляла раны. Современный синтетический краситель конго-красный обладает способностью останавливать кровотечение. А хорошо всем известная зеленка, которая вытеснила йодную настойку, тоже ведь краситель. Акрихин — отличное средство борьбы с малярией, но этот желтый горький порошок с успехом окрашивает ткани. Так же как и риванол, который продают в аптеках в качестве полоскательного средства при ангинах.

Краски, которыми окрашены изделия и предметы вокруг нас, бывают разные: масляные, эмалевые, клеевые, вододисперсионные. Различаются они по типу растворителей и связующих, то есть тех веществ, с которыми смешивают пигменты или красители, чтобы получить лакокрасочные материалы. У самых распространенных масляных красок растворителем служит олифа. Раньше ее получали из растительных масел. На олифе готовил свои краски Леонардо да Винчи.

Давно было замечено, что при нанесении тонким слоем растительных масел после высыхания получается прочное и эластичное покрытие. Дело в том, что под действием кислорода воздуха и солнечного света идет процесс окислительной полимеризации масел. Вот и образуется покрытие из высокомолекулярного вещества — пленка. Соли кобальта, марганца и свинца, добавленные к маслам, ускоряют их высыхание. Эти соли называли сиккативами. Из окислительных масел и сиккативов и получают олифу.

Ныне у нее много конкурентов. Появились синтетические пленкообразующие. Первыми были алкидные и фенолформальдегидные смолы. Смесь пиг-

ментов с раствором полимеров называли эмалями. Растворы пленкообразующих в органических растворителях — это лаки. Но у первых полимерных пленкообразующих был недостаток: чтобы получить покрытие хорошего качества, требовались высокие температуры. А если без нагревания? Таки-ми пленкообразующими оказались полиуретановые лакокрасочные материалы. Они легко отверждались при обычной температуре. Химически стойкая полиуретановая эмаль была создана Институтом химии высокомолекулярных соединений АН УССР с участием Киевского завода лаков и красок. Ее применяют для окраски цистерн, рыбных бункеров и трюмов. Эта эмаль очень экономична — выдерживает длительную ударную нагрузку, истирание, резкие перепады температур, устойчива в морской и пресной воде. Эмали готовят и на основе перхлорвиниловых смол. Распространены быстро высыхающие нитроцеллюлозные эмали.

Все эти лакокрасочные материалы содержат еще органические растворители: ксилол, уайт-спирит, ацетон. Поэтому применять их нужно только в определенных условиях — они токсичны. А нельзя ли заменить эти органические растворители водой или вообще обойтись без них? Оказалось, можно. Так появились вододисперсионные материалы. В них жидкий полимер в виде мельчайших капелек распределяется во всем объеме воды. Чтобы предотвратить слипание капелек полимера, добавляют немного мыла. Оно играет роль эмульгатора. После покраски вода испаряется, и полимер покрывает изделие. Эти краски высыхают при комнатной температуре всего за час-два. Остатки еще не высохших вододисперсионных красок с кистей и валиков легко смыть водой. В последнее время созданы краски вообще без растворителей в виде порошков.

Их наносят на поверхность, нагревают, частицы краски слипаются и окрашивают поверхность.

Огромную роль играют лаки и краски в укреплении коррозии. Один из надежных способов защиты металлов от ее разрушающего действия — покрытие их минеральными красками. Если бы теплоход не имел лакокрасочного покрытия, то за один рейс коррозия уносила бы несколько тонн металла.

В борьбе с коррозией химики попытались использовать даже ржавчину. Раньше перед окрашиванием металлическое изделие тщательно очищали от ржавчины. Это требовало значительных средств, к тому же сдирался заметный слой металла. А если окрашивать прямо по ржавчине? Были получены специальные химические составы — преобразователи ржавчины. И оказалось, что преобразованные продукты коррозии способствуют увеличению срока службы лакокрасочного покрытия.

Покрытые красками и лаками предметы красивы, они ласкают наш взгляд, создают радостное настроение. Цвет влияет на психику человека. Желтый, светло-зеленый бодрят. Синий настраивает на пассивный лад.

Комплексной программой химизации планируется расширение выпуска и применения прогрессивных синтетических пленкообразующих продуктов, максимальная замена пищевого сырья, а также увеличение производства водоэмульсионных, порошковых и других прогрессивных лакокрасочных материалов. Намечено увеличить производство двуокиси титана, химически и атмосферостойких лакокрасочных материалов на основе эпоксидных смол, акриловых полимеров, специальных эмаль-лаков для электротехнической промышленности, полиэфирных и полиуретановых лаков для мебельной промышленности.

ВОЗМУТИТЕЛИ СПОКОЙСТВИЯ

«В мире нарастает настоящий бум малотоннажной химии, производства чистых и сверхчистых материалов, во многом определяющих уровень современной техники. Поэтому нужно удвоить, утроить усилия, чтобы не допустить отставания», — отметил Генеральный секретарь ЦК КПСС М. С. Горбачев на совещании в ЦК КПСС по вопросам ускорения научно-технического прогресса (июнь 1985 г.).

Одна из ведущих отраслей малотоннажной химии — отрасль химических реактивов и особо чистых веществ — сложилась совсем недавно, на наших глазах, как порождение запросов бурной второй половины XX века. Она обеспечивает народное хозяйство реактивами аналитического назначения для определения качества продукции, контроля процессов и состояния окружающей среды. Ее заводы выпускают материалы для полупроводников, квантовых генераторов, пьезокерамики, оптики, синтезируют кристаллы рубина, сапфира, граната.

СТЕПЕНЬ ЧИСТОТЫ

Проблема чистоты вещества занимала человека с давних времен. Много веков назад учились выявлять примеси в телах и очищать их. Вспомним, как Архимед решал задачу, поставленную перед ним сиракузским царем. Ученому нужно было определить, содержит ли золотой венец тирана примесь

серебра и сколько именно. Легенда говорит, что решение пришло к Архимеду, когда он купался: надо взвесить венец в воздухе, а затем в воде. Алхимики применяли в своих поисках философского камня такие операции, как возгонка, дистилляция, кристаллизация. Да и сам-то философский камень они рассматривали как универсальный очиститель.

В Дели за несколько столетий до нашей эры построили храм и украсили его железными колоннами. Одна из этих колонн в условиях влажного индийского климата сохранилась до наших дней без единого пятнышка ржавчины. Секрет заключается в том, что колонна состоит из очень чистого железа, тайна приготовления которого до сих пор окончательно не разгадана.

В древности люди умели очищать поваренную соль, краски, другие химикаты. Уже в X веке ювелиры Киевской Руси определяли чистоту серебра. Впервые термин «химический анализ» ввел английский ученый Роберт Бойль в XVII веке. У него была хорошо оснащенная по тем временам лаборатория с многочисленным штатом ассистентов и лаборантов. Однажды, помогая лаборанту разливать кислоту, Бойль заметил, что брызги ее, попав на букет фиалок, вызвали покраснение цветов. Приготовив из различных трав настойки, ученый установил, что одни из них изменяли цвет только под действием кислот, другие — под действием щелочей. Самым интересным оказался фиолетовый настой, полученный из лакмусового лишайника. Кислоты изменяли его цвет на красный, а щелочи — на синий. Это был один из первых реактивов-индикаторов, который сейчас широко применяют во всех химических лабораториях мира.

В Москве еще в допетровские времена существовал Аптекарский приказ. Здесь работали апте-

кари, алхимики, дистилляторы. Их привлекали для выполнения различных химико-аналитических работ и для судебно-медицинской экспертизы. Пробирным анализом, то есть анализом руды и конечных продуктов металлургического производства, интересовался Петр Первый. Он сам изготовлял необходимые для анализа химикаты. А в 1720 году по предписанию царя в Петербурге была построена первая в России химическая лаборатория.

М. В. Ломоносов, составляя план химических исследований для организованной им при Академии наук лаборатории, писал: «Нужные и в химических трудах употребительные натуральные материи сперва со всяким старанием вычистить, чтобы в них постороннего примесу не было, от которого в других действиях обман может быть». Большую роль в развитии химического анализа сыграли работы русских ученых Т. Е. Ловица, В. М. Севергина, Д. И. Менделеева, Н. А. Меншуткина и других. Русский минералог и химик В. М. Севергин — автор одного из первых в мировой литературе руководства по химическому анализу, изданного в 1801 году. А руководство Н. А. Меншуткина по аналитической химии выдержало много изданий и было переведено на ряд иностранных языков. По этой книге обучалось несколько поколений химиков-аналитиков.

В 1918 году в нашей стране начал свою деятельность созданный еще в январе 1917 года Научно-исследовательский институт химических реактивов (ныне Всесоюзный научно-исследовательский институт химических реактивов и особо чистых химических веществ). Уже в 1921 году намечалось изготовить свыше 130 наименований чистых химических веществ и препаратов. Они были нужны для

выполнения химических анализов в анилино-красочной, лесохимической, фармацевтической и других отраслях промышленности.

Ныне советская аналитическая химия занимает ведущее место в мире. А заводы химических реактивов и заказные лаборатории дают тысячи препаратов. Технологические схемы получения большинства химических реактивов во многом идентичны. Техническое сырье растворяют в дистиллированной воде (щелочи или кислоте). Раствор освобождают от механических примесей, пропуская его через различного рода фильтры. Добавка реагентов переводит химические примеси в осадок. От них освобождаются. Чистый раствор упаривают в котлах или чашах из самых разных материалов (сталь, фарфор, стекло и т. д.) и при охлаждении кристаллизуют. Кристаллы отделяют от раствора на центрифуге или барабанном вакуум-фильтре, сушат при нужной температуре и фасуют в стеклянные банки или в другую тару. Но это кажущаяся простота. Иногда для получения одного килограмма реактива или высокочистого вещества расходуют несколько тонн сырья. Причем применяются весьма сложные по устройству аппараты, требуется много анализов.

Основное назначение химических реактивов — аналитическое. Для этой цели они широко используются в промышленности и научных исследованиях, в сельском хозяйстве и геологических поисках, в учебном процессе в средней школе и при изучении океана.

И днем и ночью, не замирая ни на минуту, пылают печи металлургического комбината. Бегут составы, доставляющие руду и флюсы для доменной печи. Но прежде чем подать руду к печи, нужно отобрать пробу и направить в лабораторию на

анализ. Там определяют количество присутствующих в руде примесей, устанавливают, сколько и каких нужно добавок, чтобы примеси отшлаковались. Сначала выплавляют чугуны, его тоже анализируют. Чтобы получить сталь, чугуны переплавляют в мартеновских или электропечах, конвертерах, удаляя при этом избыток углерода, серы, марганца и т. д. А какая будет сталь, — зависит от того, для какой цели ее варят сталевары. Для корпуса корабля нужна одна сталь, для шестерен трактора — другая, для ножей и вилок — третья. Свойства стали зависят от ее химического состава. Поэтому металлурги во время варки стали берут ее пробы и направляют в химическую лабораторию на анализ. Химики-аналитики во время плавки определяют содержание углерода и других основных элементов, выявляют наличие вредных примесей. Для проведения такого плавочного контроля используют около 50 различных реактивов.

Ежегодно отправляются в геологические поиски сотни экспедиций, они ищут полезные рудные и нерудные ископаемые. И каждая снабжается походной лабораторией. Геолог отбирает пробы интересующих его горных пород. Теперь нужно определить, что это за минерал, из каких химических элементов он состоит. Для многих минералов есть характерные признаки: цвет, блеск, твердость. Но многие похожи друг на друга. Например, золото можно спутать с пиритом, слюдой, оловянный колчедан — с мышьяковым. Здесь помогает химический анализ.

Реактивы, которыми оснащаются полевые лаборатории гидрохимических экспедиций, позволяют установить не только качественный, но и количественный состав основных компонентов воды в реках, ручьях, подземных ключах. В природных прес-

ных водах в СССР лимитируется содержание более 400 компонентов, и, естественно, обойтись здесь без реактивов нельзя. В агрохимических лабораториях с их помощью определяют кислотность почв, содержание азота, фосфора, калия, микроэлементов. Нужны реактивы и для контроля всхожести семян, анализа удобрений. Например, чтобы быстро и точно определить содержание фосфора в удобрениях, агрохимики используют раствор бесцветного молибдата аммония. А на животноводческих фермах реактивы анализируют корма и продукцию.

С помощью химического анализа были исследованы образцы лунного грунта, раскрыты многие тайны морей и океанов, доказана подлинность картины Поля Гогена «Таитянка» и других произведений искусства.

В археологии результаты химического анализа предметов древности подсказывают их происхождение и возраст. Вы не раз читали в детективных романах, как следователь просит срочно направить вещественные доказательства — нитку, волосок, пепел от сигареты — в химическую лабораторию: для изучения следов, оставленных преступником, проводят химический анализ.

Практическое значение и ценность химических реактивов определяют их чувствительность и специфичность. Эти вещества, образно говоря, могут разыскать иголку в стоге сена. Роданиды, например, чувствуют присутствие трехвалентного железа, даже если его меньше одного миллиграмма в литре, и сразу окрашивают раствор в красный цвет. Причем на ионы других металлов роданиды не обращают внимания. Если в процессе анализа вещество требует осушки, на помощь приходит реактивная окись алюминия, жадно поглощающая влагу. Содержит ли данное вещество кальций, можно

определить с помощью железисто-синеродистого аммония.

Важную ассортиментную группу аналитических реактивов, насчитывающую сейчас более ста наименований, составляют индикаторы. Их используют при контроле технологических процессов в химической, металлургической, текстильной, пищевой и других отраслях промышленности; в сельском хозяйстве при анализе и классификации почв, установлении характера удобрений и их количества, необходимого для внесения в почву. Без них невозможны микроскопические исследования в медицине.

В последние годы все большее распространение получают термохромные индикаторы. Они выпускаются в виде термобумаг, термокарандашей, термокрасок и применяются для однократной и непрерывной регистрации температур поверхностей, слоев, объемов твердых тел по изменению их цвета. Потребность в термохромных индикаторах особенно возросла с развитием новейших областей техники (микроэлектроника, космическое аппаратостроение), использованием новых методов обработки (термообработка в магнитном поле), а также в связи с необходимостью измерять температуру в особых условиях (на поверхности быстровращающихся деталей, на микроповерхностях).

Растет группа продукции отрасли реактивов — чистых и особо чистых веществ так называемого технологического назначения. Важна их роль в создании нужных разным отраслям народного хозяйства материалов. Чистые вещества необходимы в электронике, электротехнике, машиностроении. Такие вспомогательные процессы в автомобильной промышленности, как травление, фосфатирование, цинкование, цементация оптимальный эффект дают лишь при использовании реактивов.

Одно из традиционных применений реактивов — изготовление для металлургии флюсов. Это смеси солей, чаще всего хлористых и фтористых, они легко плавятся и хорошо смачивают жидкий металл. К примеру, из полученного электролизом металлического магния примеси, которых бывает до пяти процентов, удаляют переплавкой с флюсами. В тигельной печи их перемешивают, подогревают до 700 градусов и выдерживают 10—15 минут. Примеси соединяются с флюсом, который после охлаждения тигеля всплывает на поверхность, а магний остается чистым.

Натрий азотисто-кислый, который выпускает Донецкий завод химических реактивов, нашел интересное применение в электровакуумной промышленности. Одна из сложных операций в производстве электрических лампочек — изготовление подвесок для нитей накала. Конец тонкой молибденовой проволоочки попеременно опускают в расплавленный чистый реактив — таким путем и получают тончайшее острие.

Современную технику невозможно представить без применения алюминия и его соединений. Взлетают ли в небо космические корабли или искусственные спутники Земли, режут ли льды Арктики атомные ледоколы, мчатся ли по железным дорогам экспрессы, или рассыпаются разноцветными огнями в темном вечернем небе праздничные фейерверки — во всем этом участвует удивительный серебристый металл — алюминий. Исключительно важное значение приобрели и соединения алюминия. С ними связана судьба многих научных проблем и открытий, самых разных процессов и продуктов: катализаторов, пластмасс, красок.

Один из цехов Донецкого завода химических реактивов дает народному хозяйству целую гамму

соединений алюминия реактивной степени чистоты. Азотно-кислый алюминий и окись алюминия—важнейшие составные части катализаторов, без которых немыслима современная серно-кислотная и азотно-туковая промышленность. В качестве протравы при крашении тканей используются вырабатываемые на заводе алюмокалиевые квасцы. Алюмоаммонийные квасцы — сырье для выращивания искусственного корунда, применяемого в часовой и приборостроительной промышленности, в ювелирном деле. Некоторые соединения алюминия выпускаются в небольших количествах, однако они незаменимы в производстве многих важных изделий. Ацетат и роданид алюминия служат протравой при печатании органическими красителями рисунков на тканях. Гексафторалюминат натрия используется при варке оптического стекла.

Одним из первых реактивов, удостоенных государственного Знака качества, был калий марганцово-кислый. Та самая марганцовка, без которой не обходится ни одна домашняя аптечка. Но это, конечно, не главное его применение. Калий марганцово-кислый, или, как его иначе называют, перманганат калия, используется как антисептическое средство в медицине, для получения хлора и кислорода, в органическом синтезе, аналитической практике.

Слово «цинк» в переводе с латинского означает «белый налет». Многие соли этого элемента тоже белого цвета, в том числе цинк азотно-кислый и цинк углекислый, которые вырабатываются на Донецком заводе химреактивов. Цинк азотно-кислый применяется при фосфатировании металлических изделий, в том числе на Харцызском сталепроволочно-канатном заводе, при производстве стабилизаторов поливинилхлорида, в аналитике. Реактивный углекислый

цинк — в микробиологической промышленности как добавка для комбикормов. Из пигментного углекислого цинка готовят эмали для окраски помещений на кораблях.

Весьма универсален реактив углекислый аммоний. У химиков это незаменимое сырье для получения соединений элементов доброй половины таблицы Менделеева. Несет важную службу аммоний углекислый в цветной металлургии, электротехнике, нефтехимии, при изготовлении пенопластов, в пищевой промышленности.

Есть в нашем богатом языке словосочетания, которые по своему смыслу являются на первый взгляд абсурдными. Скажем, «горячий лед», «холодное пламя». Или «охлаждение теплом». Речь идет об абсорбционной холодильной установке, которая, используя так называемое бросовое тепло пара отходящих газов металлургических производств, получает воду, охлажденную до пяти градусов. Химическим сердцем установки — хладоагентом — служит бромистый литий.

Без холодильных установок ныне не обходится ни одна отрасль промышленности. Нужен холод и химическим предприятиям. Ведь многие процессы там идут в реакторах с выделением больших количеств тепла, и реакторы надо охлаждать. Для этого их делают со специальными рубашками, куда подают проточную охлажденную воду. Эта вода снимает тепло у реакционной массы и нагревается сама. Потом по трубе попадает в камеру, откуда выкачан воздух, там разбрызгивается, бурно испаряется и, следовательно, охлаждается. В этой же камере по особому желобку протекает раствор бромистого лития, который жадно поглощает водяные пары (таково главное свойство этого интересного химиката) и тем самым способствует испарению

и охлаждению все новых порций воды. Охлажденная вода снова направляется к реакторам, чтобы отдать свой холод, нагреться и вновь вернуться в камеру для охлаждения. Но, насытившись водяными парами, бромистый литий постепенно теряет способность поглощать влагу. И может случиться так, что установка перестанет работать. Чтобы этого не произошло, раствор химиката перекачивают в другую камеру. Вот здесь-то и нужно бросовое тепло. С его помощью разбавленный раствор бромистого лития нагревается, пока из него не выпарится лишняя вода и он снова не приобретет способность поглощать влагу. И так без конца, по кругу.

Есть у кораблей один коварный враг — биологическое обрастание. В морской воде обитает множество мелких организмов: бактерии, моллюски, губки. Они образуют на поверхности корпуса прочную кору. Вес ее достигает до ста килограммов на квадратный метр. Древние греки называли обрастание тормозом морей. Чтобы избежать его, сейчас во все краски, которыми покрывают подводную часть кораблей, вводят ядовитые вещества, главным образом соединения мышьяка, а также ртути и меди. Микроорганизмы, попадая в отравленную зону, гибнут.

Подводные работы немыслимы без резки металла под водой. Режут его так: электрический ток создает дугу, а мощная струя кислорода способствует расплавлению и выдувает металл. Но вместе с разрезанным металлом интенсивно плавятся и режущие электроды. Их надо менять. А время пребывания водолаза под водой ограничено. И химики предложили новый материал для электродов — карбид титана специальной чистоты. Такие электроды в десять раз долговечнее обычных, ведь температура их плавления 3100 градусов.

...Горела огромная емкость с этиловым спиртом. Огонь бушевал такой, что близко не подступиться. Сильные струи воды, направленные из брандспойтов, не укрощали, а, казалось, пуще прежнего раззадоривали пламя. Оно угрожающе гудело, выбрасывая в небо огненные языки. И тогда к месту пожара прибыла машина с небольшой цистерной. Люди в касках открыли вентиль, и из сопла на конце шланга вырвалось сердитое шипение, а вслед за тем возникло небольшое облако. Оно стремительно росло, окутывая пламя над горевшей цистерной. Вскоре огонь погас. Это была жидкая углекислота. Ее заправляют в специальную цистерну, где поддерживается температура сорок градусов ниже нуля. Вырываясь наружу, углекислота образует мощное аэрозольное облако, в котором гаснет почти любое пламя.

В наше время метеорологи не только дают прогноз погоды, но и вместе с другими специалистами разгоняют туман над аэропортами, вызывают осадки и даже разрушают облака. И в этом им помогают реактивы, в частности йодистое серебро, йодистый свинец и твердая углекислота (сухой лед). Эти химикаты, вторгаясь в переохлажденные слои облаков, образуют многочисленные ледяные кристаллики, которые, размножаясь, превращаются в частицы осадков. И с неба идет искусственный дождь. Цех по производству таких реактивов на химическом заводе имени П. Л. Войкова в Москве запроектирован специалистами Донецкого комплексного проектного отдела Гипрохимреактива. Правда, йодиды серебра и свинца дороги и дефицитны, и для борьбы, скажем, с градом сейчас чаще используют другие, более дешевые, но не менее эффективные химические соединения с большой льдообразующей активностью. Настоячиво ведутся поиски других реакти-

вов. Преследуется и еще одна цель: одновременно внести в почву удобрения.

В дни народных праздников в парках устраивают фейерверки. В воздух взлетают и рассыпаются разноцветным веером ракеты. На газонах крутятся «огненные колеса» и «мельницы». Весь парк становится подобен огненной картине с зелеными огнями. А окрашивает пламя в зеленый цвет реактивный азотно-кислый барий. Огни фейерверков, старт космического корабля, извержение вулкана, разрывы бомб, туман над рекой — все это мы видим в кино благодаря искусству кинопиротехников. Людям, владеющим этой редкой профессией, нужно сделать так, чтобы пламя бушевало, но не сжигало декорации, чтобы снаряд разрывался рядом с актером и не причинял ему никакого вреда. При съемках фильма «Самый жаркий месяц» мосфильмовцы создали такой мартеновский цех с горящими печами и расплавленным металлом, льющимся в изложницы, что консультанты-металлурги, приглашенные на просмотр, не смогли отличить натурные съемки от павильонных. И во всех этих чудесах самыми первыми помощниками пиротехников являются химические реактивы.

И еще в одном виде искусства нашли применение эти удивительные препараты — в чернении по серебру. Оно было широко известно еще в Киевской Руси. Уже тогда из серебра и золота отливали и чеканили объемные и рельефные изображения, вытягивали тончайшую проволочку и сплетали из нее ажурные узоры, наносили резцом на поверхность металла рисунок и заполняли углубления штрихов особым сернистым сплавом — чернью. Особенно знаменита северная школа чернения по серебру. И ныне в старинном русском городе Великом Устюге живут мастера этого древнего искусства.

Изделия можно ковать, изменяя форму предмета, но черневой рисунок не исчезнет. Чернь изнашивается одновременно с металлом. Подобного производства нет нигде в мире.

Чернь представляет собой сернистое соединение серебра, меди и свинца. Сваренная чернь имеет вид темно-серого камня, из которого получают порошок. Его смачивают и в виде темной кашеобразной массы накладывают на поверхность награвированного по серебру рисунка. После этого предмет прокаливается на огне, чтобы чернь расплавилась и заполнила самые мелкие штрихи, сделанные резцом гравера. При обжиге она превращается в твердую темно-бурю корку, которая затем в несколько приемов снимается до тех пор, пока не появится рисунок на серебре. После этого там, где предусмотрено, накладывают позолоту. Изделия советских мастеров побывали на всемирных выставках в Париже и Брюсселе, в Монреале и Осаке. Они обошли международные ярмарки на всех континентах. Успех, который имели эти изделия,— это в какой-то мере и признание заслуг химиков.

Создание полупроводниковых приборов, атомных реакторов, квантовых усилителей потребовало веществ с более высокой степенью чистоты, чем используемые в аналитических и научных целях химические реактивы. Так появились особо чистые, или, как их еще называют, высокочистые вещества. Количество примесей в них в десятки, а порой и в сотни тысяч раз меньше, чем в реактивах, иногда этот счет ведется буквально на молекулы.

Глубокая очистка позволила открыть у многих известных веществ новые удивительные свойства. Так, тщательно очищенный от примесей германий становится великолепным полупроводником. Со школьной скамьи нам знаком этот опыт: в пробирку

с серной кислотой бросается кусочек цинка. И мы наблюдаем, как выделяются пузырьки водорода, идет процесс растворения цинка в серной кислоте. А очень чистый цинк в кислотах практически не растворим. Молибден, которому еще недавно приписывали хрупкость, полученный в чистом виде, легко прокатывается и куется. Железо после сверхочистки (не наружной, конечно, а по химическому составу) выдерживает вместо 180 более тысячи килограммов нагрузки на квадратный сантиметр.

Как и реактивы, особо чистые вещества могут быть научного и аналитического назначения. Это первая группа. Другая группа — вещества технологического назначения, используемые в производстве материалов и изделий новой техники. Огромна их роль в фундаментальных и поисковых исследованиях, с ними связаны достижения в учении о строении молекул и кристаллов, об электронных и квантомеханических свойствах атомов, о катализе и сорбции, о скорости и механизме химических реакций.

Для получения особо чистых веществ были нужны и новые методы. И они появились. Правда, это отнюдь не означало, что пришлось отказаться совсем от старых традиционных методов очистки. Нет, нет! И дистилляция, и перекристаллизация, и другие способы очищения химикатов, применяемые с давних пор, остались на вооружении. Дистилляция — процесс разделения компонентов смеси, имеющих различные температуры кипения, — в производстве особо чистых веществ обрела как бы второе дыхание. Дело в том, что обычно редко удается в один прием удалить все примеси из вещества. А глубокую очистку химикатов по-прежнему начинают с дистилляции, затем уж переходят к другим методам. Получила распростра-

нение многократная дистилляция — ректификация. Обычно она осуществляется в специальной колонне.

Интересен метод, который химики называли транспортной реакцией. Предположим, нужно очистить загрязненный титан. Проводят реакцию его с парами йода, получают йодид титана в газообразном состоянии. Летучий продукт отводят из зоны реакции и далее разлагают на чистый титан и пары йода. Эффектно и эффективно!

Но транспортная реакция хороша, когда элемент резко отличается от примесей своими химическими свойствами. А как быть с химическими близнецами? Вот, например, как разделить цирконий и гафний, почти идентичные по химическим свойствам? Здесь нужны сорбционные методы: ионный обмен, экстракция. Если через смолу определенного состава пропустить смесь растворенных солей гафния и циркония, то катионы этих металлов останутся на ее поверхности. Затем их вымывают серной кислотой. Слабым раствором кислоты вымывается только цирконий, а крепким — гафний. С помощью такого ионного обмена удалось разделить смесь солей другой пары — рубидия и цезия, причем содержание примесей в очищаемой соли оказалось около 0,0001 процента.

Одним из эффективных способов очистки веществ от примесей является экстракция. Это процесс разделения жидких или твердых веществ с помощью избирательных растворителей — экстрагентов. Наиболее распространены органические экстрагенты (раствор трибутилофосфата в ксилоле и другие). Экстракцию широко используют в гидрометаллургии, в химической, нефтеперерабатывающей, пищевой и фармацевтической промышленности. С ее помощью разделяют никель и кобальт, ниобий и тантал, редкоземельные элементы. В лаборатории

химических методов анализа ВНИИ реактивэлектрона доктором химических наук, профессором Ф. П. Горбенко разработаны экспресс-методики анализа с применением экстракции. Они сократили время выполнения анализов в 5—10 раз. Это имеет большое значение для современного контроля технологических процессов химического производства.

Великолепным методом получения веществ особой чистоты оказалась зонная плавка, или, как ее иногда называют, зонная перекристаллизация. На одном конце твердого образца расплавляют узкую полосу и начинают медленно передвигать ее к другому концу. Поскольку примеси неодинаково растворяются в твердой фазе и в расплаве, узкая полоска (зона) расплава сгоняет их в другой конец образца, и его просто-напросто отрезают и выбрасывают. С помощью этого метода получают германий, в котором на десять миллиардов атомов основного вещества приходится один атом примесей.

В числе новых методов получения сверхчистых веществ — плазмохимический. Что такое плазма? Ученые называют ее четвертым состоянием вещества. Вот ярко сияет рекламная трубка. Почему она сияет? В трубке происходит электрический разряд, вызывающий свечение газа. Вот это состояние светящегося газа и называют плазмой. Из плазмы состоит наше солнце, солнечные вспышки — не что иное, как выбрасывание мощных потоков плазмы. Магнитные бури, полярные сияния вызываются плазмой. Но солнечные и звездные плазмы существуют при очень высоких температурах — миллионы градусов. В рекламных же трубках так называемая холодная плазма. Например, аргонная плазма имеет температуру несколько тысяч градусов. Но и при такой жаре расплавится любой металл. Обуздать эту температуру помогает магнит-

ное поле. Оно отжимает плазменную струю от стенок плазмотрона. И обузданная плазма совершенно безобидно горит в оболочке из обычного плексигласа. Плазмотрон связан с реактором, где и происходят химические реакции и идет процесс, он позволяет получать вещества такой чистоты, какая не достигается ни при каких других методах.

Чтобы получить особо чистое вещество, пришлось решить много технических проблем. Взять хотя бы проблему изоляции от пыли. Здания для производства особо чистых веществ строят герметичными от пыли с подачей кондиционированного воздуха. Полы делают из легко моющегося пластика. Стены и потолки покрывают особой краской. В таких цехах нет подоконников, батарей отопительных систем, труб — все спрятано в стены и пол.

Герой популярной сказки Вильгельма Гауфа «Карлик-нос» занимался тем, что вылавливал пылинки из солнечного луча и просеивал их сквозь самое мелкое сито. В производстве особо чистых веществ тоже ведут счет пылинкам. Иначе и нельзя, ибо даже запах духов, лак на ногтях, губная помада могут служить причиной их загрязнения. Работники этих цехов каждое утро сменяют свою одежду на специальные стерилизованные костюмы и перед выходом в герметизированное помещение принимают воздушный душ, который снимает с кожи и тканей мельчайшие пылинки. Но коварные примеси находят другие пути, чтобы проникнуть в вещество. И нужно быть готовым ко всяким неожиданностям. Немецкий физик-теоретик Вернер Гейзенберг любил вспоминать такой случай. В одной лаборатории в результате нейтронной бомбардировки мишеней приборы зафиксировали появление ядер золота. Оказалось, что дело здесь в золотой оправе очков экспериментатора.

Получаемые на Донецком заводе химических реактивов алюмоаммонийные квасцы особой степени чистоты должны иметь постоянный состав. Но на первых порах квасцы были неравноценны в различных партиях: то в них проскакивало большее содержание железа, то они, как говорят химики, слеживались. Начали с того, что отремонтировали производственные помещения, покрыли пластиком металлические площадки, лестницы и даже перила. Заменили, где было возможно, вспомогательные устройства из железа другим материалом. И результаты сказались — качество квасцов резко улучшилось.

Любое очищаемое вещество никогда не остается абсолютно инертным по отношению к материалу аппаратуры и в какой-то, пусть даже незначительной, степени растворяет его. Парадокс: аппаратура для очистки вещества становится источником загрязнения. Это следует учитывать не только на стадии очистки, но и при выборе условий хранения и использования очищенного вещества. Например, было установлено, что стекло совершенно непригодно в работе с особо чистой соляной кислотой, а кварц и фторопласт ограниченно пригодны. Как решают эту проблему? Выбирают низкотемпературный метод глубокой очистки, то есть останавливаются на кристаллизационных методах очистки. Таким путем получают особо чистую серу. Другой путь — поиск новых, более стойких к воздействию очищаемого вещества материалов. Так подобрали ключ даже к фтору и фтористому водороду. Эти два химиката безжалостно корродировали почти все известные конструкционные материалы, а вот перед фторопластом они капитулировали. Поэтому сейчас в технологии получения фтора и особо чистой плавиковой кислоты и используется фторопласт.

Получение особо чистых веществ требует и особо чистой воды. О степени ее чистоты можно судить по такому примеру: если в литр такой воды внести несколько капель дистиллированной, то она станет недопустимо грязной и уже не может быть использована. Получают воду высшей чистоты многократной дистилляцией во фторопластовых колонках.

Строжайший режим чистоты в цехе, транспортировка сырья и готовой продукции с помощью вакуума или инертных газов, хранение химикатов в специальной таре — все это может быть сведено на нет, если не принять меры предосторожности при дальнейшей работе с веществом. Нельзя это делать в обычных условиях и с помощью обычных средств. В этом скрыта немалая опасность.

Если так трудно получить чистое вещество, то какие же точные методы требуются для того, чтобы подвергнуть его анализу, подсчитать то небольшое количество молекул примесей, которое допускают технические условия! К сожалению, химические методы анализа пока еще имеют сравнительно низкую чувствительность. Например, обычный химический анализ говорит, что примесей железа в сулеме нет, а бледно-розовый цвет вещества между тем убедительно свидетельствует, что белоснежную сулему покрасило именно железо. Поэтому при анализе особо чистых веществ большое значение имеют физические и физико-химические методы анализа.

Во Всесоюзном научно-исследовательском институте химических реактивов и особо чистых химических веществ разработан новый способ анализа состава особо чистых порошков в производстве оптического стекла — зондовый масс-спектрометрический метод. На металлическую подложку наносят

тонкий слой препарата. На электрод подается ток. Атомы летят в разные стороны. Им придается электрический заряд, и электрическое поле вытягивает заряженные ионы, которые попадают в анализатор, где с помощью магнитного поля (оно реагирует на электрический заряд частицы и на ее массу) частицы сортируются по массам. А так как у каждого элемента собственная масса, то идет сортировка по химическим элементам. Авторы этого метода — лауреаты премии Ленинского комсомола.

Роль высокочистых веществ в научно-техническом прогрессе непрерывно возрастает. Исследователи уже сегодня хотят иметь чистые вещества в более широком диапазоне — нужно думать о завтрашнем дне. На них ориентируются при оценке перспектив дальнейшего развития техники.

РЕКОРДСМЕНЫ МИНИАТЮРНОСТИ

Микроэлектроника потребовала от отрасли химических реактивов новые материалы: ферритовые порошки и пьезосегнетоэлектрики. Они необходимы для изготовления миниатюрных конденсаторов и электромагнитов не только в электронной технике (в телевизорах, радиоприемниках, телефонах), но и в машиностроении, авто- и тракторостроении, акустике, оптике, во многих других областях.

Магнит — одна из древнейших находок человека. О магните писал еще Платон. Однако сущность магнетизма долгое время оставалась загадкой. Но вот было открыто электричество, обнаружилась связь электричества и магнетизма, магниты вышли на широкую дорогу. Делали их по-прежнему из железа или его сплавов, поэтому эти материалы так

и назывались — ферромагнитными. Стала развиваться и физика магнитных явлений.

Выяснилось, что в ферромагнетиках атомы собраны в большие группы (домены), которые в магнитном поле поворачиваются и вещество намагничивается. Поля магнитов-доменов складываются с внешним полем и во много раз усиливают его. Вот для чего нужен сердечник из железа в электромагните! Но в таком сердечнике наводятся вредные токи, которые поглощают очень много энергии. Поэтому железные листы сердечников изолируют друг от друга или сердечники изготавливают из железного порошка, смешанного с каким-либо изолирующим составом. Это увеличивает электрическое сопротивление сердечников, но при этом ухудшает их магнитные свойства и повышает стоимость.

И все же выход нашелся: появились полупроводниковые ферромагнетики. Их стали называть ферритами. Они проводят электричество в миллионы и даже в миллиарды раз хуже, чем железо, кобальт, никель. И что самое ценное — электропроводность их можно регулировать. Состоят ферриты из оксидов металлов — это обычно оксиды трехвалентного железа и какого-либо двухвалентного металла: цинка, никеля, бария. Между ними и идет обмен электронов. Атомы металлов в ферритах отдают свои внешние электроны соседним атомам кислорода и превращаются в положительно заряженные ионы. А атомы кислорода, получив избыток электронов, становятся отрицательными ионами. Взаимное притяжение разных ионов и скрепляет кристалл.

Представим себе биллиардные шары, уложенные в треугольник перед началом партии. Поверх положим еще слой шаров, а потом еще. Каждый последующий слой попадает в лунки между шарами, лежащими ниже. Именно так уложены ионы кислоро-

да в кристаллах большинства ферритов. Но и при такой плотной упаковке шаров между ними обязательно остаются пустоты — «комнатушки» двух сортов: одни, поменьше, окружены четырьмя шарами, другие, побольше, — шестью. В этих «комнатушках» и размещаются ионы металлов, которые всегда мельче, чем ионы кислорода. В любом феррите (исключения, конечно, бывают, но очень редко) присутствуют ионы по крайней мере двух металлов. От того, как распределена между ними «жилплощадь» — кому достались «комнаты» побольше, кому совсем маленькие, — и зависят свойства материала.

Ферриты еще называют оксидными полупроводниками. По своим электрофизическим свойствам, определяющим их назначение и области применения, они подразделяются на две основные группы — магнитно-мягкие и магнитно-твердые. Ферриты первой группы проявляют свои свойства только в присутствии внешнего магнитного поля, второй группы — намагничиваются лишь однажды, при этом получают необходимые свойства и потом сохраняют их длительное время.

Магнитно-твердые ферриты (бариевые, кобальтовые, стронциевые) используются в промышленности для создания постоянного магнитного поля. На них работают фокусирующие системы в телевизорах, магнитные столы в станкостроении, они в громкоговорителях, микродвигателях автомобилей (в различных моторчиках). Большое будущее у транспорта на магнитной подушке, сердцем которого тоже являются магнитно-твердые ферриты. Из бариевых ферритов готовят ферроэластичные изделия. В частности, магнитная резина применяется в качестве уплотнительной прокладки и магнитного замка двери бытовых холодильников. А кому из детворы не знакомы игрушки на магнитах?

Магнитно-мягкие ферриты (никель-цинковые, марганец-цинковые и другие) важны в радиоэлектронике, приборостроении. Это ферритовые сердечники, антенны и многие другие детали радиоприемников, цветных и черно-белых телевизоров. Есть у этой группы ферритов удивительная особенность: чем больше они берут энергии, тем меньше выделяется при этом тепла, то есть меньше потери. Поэтому весьма перспективны такие области их применения, как аппаратура дальней проводной связи, мощные ускорители элементарных частиц.

Ферриты произвели буквально переворот в методах производства электронной аппаратуры. В устройствах памяти современных электронно-вычислительных машин — это магнитные пленки, барабаны, диски, сердечники, которые не занимают много места, экономят электроэнергию. Магнитные пленки из ферритов, имеющие толщину порядка долей микрона, обладают гораздо большей скоростью перемагничивания, чем другие материалы. В результате быстродействие электронных машин удалось повысить в тысячу раз.

Из смеси магнитных порошков с органическими смолами изготавливают магнитодиэлектрики. Это неоднородные вещества — ферромагнитные частицы как бы обволакиваются диэлектриком. Такие эластичные магниты применяются в телевизорах, ленточных конвейерах, в домашнем обиходе. На их основе работают некоторые учебно-наглядные пособия. Из очень мелких ферритовых порошков готовят магнитно-эластовые пленки для записи телепередач.

Ферриты сделали более надежной работу сложной аппаратуры, уменьшили ее габариты и массу, снизили стоимость, заменив магниты из дефицитных и дорогостоящих металлов (кобальта и никеля). Ферритовые детали (твердые кольца, диски

и т. д. — они темного цвета с серым, красноватым или сиреневым оттенком) изготавливают по методу порошковой металлургии путем прессования, проката, литья при обычной температуре или с нагревом. Из порошка можно сразу получить готовую деталь. И практически никаких отходов.

А вот производство ферритовых порошков — это уже удел химиков. Ряд ферритовых порошков получают на Донецком заводе химических реактивов, где издавна налажено изготовление солей и оксидов железа — исходного сырья для ферритов. И здесь жесткие требования к чистоте сырья и готового продукта, многочисленные операции по очистке от примесей, малоемкостное и малогабаритное специализированное оборудование. Главное в технологии — создание таких ферромагнитных материалов, из которых можно было бы изготавливать изделия со строго определенными и заранее заданными магнитными и электрическими свойствами. А это не так просто удастся. Поэтому и существует несколько методов получения ферритовых порошков. Самый простой — смешение и помол готовых порошкообразных оксидов. Это так называемый керамический способ.

Керамикой еще в глубокой древности стали называть глиняное производство. В XIII веке Марко Поло привез из Китая невиданной красоты вазы и чаши. Они были легкие, звонкие, сквозь них проходил солнечный свет. Европейцы, привыкшие к тяжелой глиняной и серебряной посуде, пришли в восхищение. На вопрос, из чего изготовлены эти вещи, путешественник ответил: «Эти изделия из солнечного вещества». Лишь много столетий спустя химики узнали состав этого «солнечного вещества». Узнали и долго не хотели верить. Им оказался каолин, или обыкновенная глина.

Процесс керамического производства распадается обычно на отдельные операции: очистка глины, приготовление исходной смеси глины с песком, полевым шпатом и другими добавками, замешивание ее с водой, формовка полученного теста, сушка изделия, его обжиг при высокой температуре. Именно эти классические для керамической технологии операции и характерны для керамического метода получения ферритовых порошков. Хорош он своей простотой и возможностью точного соблюдения заданного состава. Но необходимость тщательного измельчения и смешения оксидов — это уже недостаток.

Несколько сложнее процесс термического разложения смеси солей соответствующих металлов до оксидов. Обычно используются серно-кислые или азотно-кислые соли. А наиболее многоступенчатым и сложным является процесс совместного осаждения солей с последующим разложением их до оксидов. Но у этого метода есть и большое преимущество: смеси получаются однородными, или, как говорят, гомогенными. А это значит, что не нужен дальнейший тщательный помол и перемешивание. Кроме того, процесс совместного осаждения обеспечивает хорошие физико-химические характеристики шихты.

Если из ферритов создают малютки-магниты, то миниатюрные конденсаторы делают из радиокерамики. Сегодня без нее нет звукозаписывающего аппарата, телевизора и сейсмоприемника, многих других специальных устройств и аппаратов.

В 1880 году братья Пьер и Жан Кюри открыли у горного хрусталя пьезоэлектрический эффект — возникновение электрического потенциала на поверхности кристалла при его сжатии (пьезо — от греческого «пиезо» — давлению). Это прямой пьезоэлектрический эффект. Есть и обратный — в элек-

трическом поле размеры изделия меняются. Об открытиях братьев Кюри вспомнили лишь во время первой мировой войны. В поисках защиты от немецких подводных лодок французский ученый Поль Лонжевен использовал это свойство горного хрусталя при изобретении ультразвукового гидролокатора — прибора для прослушивания воды.

Позже пьезоэлектрические свойства были обнаружены у титаната бария и у других керамических материалов. Они получили название пьезокерамики. Пьезокерамические материалы — неорганические диэлектрики с высокой диэлектрической проницаемостью. Чрезвычайно интересная их разновидность — сегнетоэлектрики. Этот термин ввел в 30-е годы молодой еще тогда физик И. В. Курчатов. Так он назвал класс диэлектриков, имеющих те же свойства, что и сегнетова соль. Особенность его в том, что в обычном состоянии сегнетокерамика не обладает пьезоэффектом, если же воздействовать сильным постоянным электрическим полем — она становится пьезокерамикой.

Еще в 30-е годы появились первые микрофоны и громкоговорители с сегнетоэлектриками. А во время Великой Отечественной войны они послужили военным морякам. Обнаружить в темных морских глубинах подводную лодку врага помогали гидрофоны, лучшими из которых были пьезокристаллические. Гидрофон состоит из нескольких пластинок сегнетоэлектрики. От различных внешних давлений на пластинки в них возникает пьезоток, который передается упругой мембране. И гидрофон, словно уши, улавливает любые колебания, пронизывающие подводные толщи. Чтобы предохранить прибор от разрушающего действия воды, его помещали в закрытый корпус, в который залито масло.

Аналогичные приборы в мирное время открывали дорогу морской сейсморазведке. И все же свое победное шествие эти материалы начали с появлением керамических сегнетоэлектриков. Уже первый из них — титанат бария — дал возможность получать изделия всевозможных форм, сложной конфигурации и различных габаритов. Из керамики стали изготавливать пьезоэлементы для гидроакустических устройств, излучателей и приемников. Сфера их применения росла со сказочной быстротой.

Правда, выяснилось, что пьезокерамику можно использовать лишь при определенных, ограниченных для нее температурах. Точка Кюри, то есть температура, при которой диэлектрическая проницаемость достигает максимума, является обычно границей для пьезокерамических материалов. При большей температуре они просто выходят из строя. Ну а техника, естественно, не может с этим мириться. Ей нужны надежные партнеры. Титанат бария требовал определенной поддержки. В его состав стали вводить так называемые модифицирующие добавки свинца, кальция, кобальта. Такие материалы стойки не только к высоким температурам, но и к большим механическим напряжениям и к сильным электрическим полям.

В черном пространстве космоса кристалл пьезоэлемента ловит удары микрометеоритов и сообщает о них ученым на землю. Главное в устройстве ультразвуковой сигнальной машины — пьезоэлемент. Крохотный пьезоэлемент вмонтирован и в звуко-сниматель радиолы, и в динамик телевизора, и в сверло бормашины. При геологических разведках нефти и газа на акваториях так называемые пьезоэлектрические сейсмографические косы регистрируют давление сейсмических волн, преобразуют механические колебания в электрические. Пьезосей-

смонтированные вместе с проводами помещают в пластмассовый гибкий шланг, внутреннее пространство которого заполнено маслом. В рабочем состоянии коса, погруженная в толщу воды, буксируется за кораблем.

Малые габариты пьезокерамических элементов дали возможность изготавливать микроминиатюрные детали электронной аппаратуры. Появились новые рекордсмены миниатюрности: микромодули, в одном кубическом сантиметре которых размещается несколько десятков деталей. Это было выдающимся событием в мире техники, качественным скачком в развитии электронной аппаратуры.

В связи с запросами электроники неуклонно растет и потребность в конденсаторах. Растет и объем их выпуска. А половина всех выпускаемых конденсаторов — это керамические. Состоят они обычно из двух близко расположенных металлических пластинок-электродов, изолированных друг от друга каким-либо диэлектриком: воздухом, слоем слюды, стеклоэмалью или керамикой. В тех случаях, когда для изоляции используют керамику, электродами чаще всего служат драгоценные металлы: платина, палладий, серебро. Такие керамические конденсаторы и дороги, и одновременно громоздки, сложны в изготовлении.

Бурное развитие техники потребовало более высоких свойств от керамических конденсаторов. Ученые ВНИИ реактивного электрона разработали новую технологию получения керамических материалов. Нужные вещества стали выделять путем химического взаимодействия из водных растворов. Осадки прокаливали при более низких температурах, чем при прежней керамической технологии. Порошки стали более чистыми и мелкодисперсными, снизилась температура их спекания. Заметно повысились свойства

конденсаторов, уменьшились габариты изделий, что позволило перейти на пленочное их исполнение. Миниатюризация сократила расход драгоценных металлов, а более низкие температуры спекания керамики дали возможность во многих случаях использовать простые алюминиевые электроды.

ПУТЕШЕСТВИЕ В СТРАНУ МОНОКРИСТАЛЛОВ

Иногда, чтобы подчеркнуть могущество химии, говорят, что она творит чудеса. И действительно, разве не чудо то, что химики научились синтезировать кристаллы драгоценных камней: рубина, граната, сапфира и других, научились получать в лабораториях и в химических цехах минералы, на создание которых в глубинах земли, на дне морей, на снеговых вершинах гор природа тратит тысячелетия?

Старая легенда рассказывает. Однажды во время похода Александра Македонского в Персию из-под копыт его скакуна вылетел блестящий красивый камень. «Что это?» — спросил полководец у своих мудрецов. Но они опустили головы: камень был им незнаком. И только старейший из мудрецов сказал царю, что этот камень якобы происходит от небесной росы, и потому персы зовут его «худай», что значит «божественный», и что за горой, в двух полетах стрелы, есть равнина, где этими камнями усеяна земля. Александр приказал ехать к этой долине, в которой не жил никто, кроме огромных и сильных птиц, и сбросить в долину несколько трупов животных. С жадностью набросились на падаль птицы, начали рвать ее, воины криками и стрелами спугнули птиц, а прилипшие к падали рубины нашли и принесли Александру.

Наверное, что-то в этой легенде и фантазия, так же как и в известной сказке о путешествиях Синдбада-морехода, где рассказывается о подобном способе добычи алмазов. И все же можно сказать с достоверностью, что о драгоценных камнях человек знал еще с незапамятных времен. Ювелирные изделия из них находили в захоронениях египетских фараонов, они были известны древним китайцам и персам, арабам и индийцам. Драгоценные камни вставляли в кольца, браслеты, перстни, украшали ими оружие и царские троны.

И сейчас, как маленькие алые солнца, искрятся в витринах ювелирных магазинов рубины, радуют глаз дивные синие сапфиры и бирюзовые александриты, нежные золотисто-желтые топазы и темно-красные гранаты. Да, они по-прежнему являются украшениями. Вместе с тем сапфир — незаменимый камень во всевозможных измерительных приборах и в так называемых нитедержателях в текстильной промышленности. Его драгоценный собрат рубин применяется как часовой камень, а совсем недавно рубин стал сердцем оптического лазера.

Лазеры — одно из крупнейших открытий нашего века. Это квантовые генераторы, или просто генераторы света. Создание лазеров послужило основой развития нового направления в физике и технике — квантовой электроники. В 1964 году советским физикам Н. Г. Басову и А. М. Прохорову за работы в области квантовой электроники была присуждена Нобелевская премия. Луч света рождается в лазере благодаря рубиновому стержню со строго параллельными отполированными и посеребренными торцами. Этот луч обрабатывает сверхтвердые сплавы, режет алмазы, хирурги с его помощью делают глазные операции, ученые осуществили локацию Луны, определяют орбиты спутников, получают объем-

ное изображение (голограмма). Лазер — это как бы воспроизведение фантастического изобретения, описанного в романе Алексея Толстого «Гиперболоид инженера Гарина». И в то же время у него такие заманчивые перспективы, какие были недоступны даже самой смелой фантазии известного писателя.

И уже давно не столько как украшение, а главным образом как рабочий камень промышленности ценится алмаз. Он ныне великий труженик, а на украшения идет менее пятой части добываемых алмазов.

Но природных драгоценных камней мало, их не хватает. И люди не раз пытались создать их искусственно. Сначала для поделок использовались стекла, затем — кварц. Очень многочисленными были попытки синтезировать рубин, особенно с тех пор, как химики определили, что рубин по составу — это окись алюминия. Но кристаллы получались слишком мелкими, непригодными для ювелирных целей. И только в начале нашего века французский ученый А. Вернейль разработал метод получения искусственных кристаллов рубина, который позднее и был положен в основу промышленного изготовления многих драгоценных камней.

По этому методу пудра окиси алюминия со строго постоянной скоростью сыплется в пламя водородно-кислородной горелки. Расплавленная пудра падает на кончик свечи из тугоплавкого материала, на которой и растет искусственный кристалл в виде так называемой були. Чтобы получить кристалл рубина, к пудре окиси алюминия добавляют небольшое количество окиси хрома. Если нужно вырастить кристалл сапфира, то необходима добавка окиси железа и окиси титана. Зачем эти добавки?

Цвет кристаллов, в том числе и синтетических, зависит от примесей некоторых химических элемен-

тов. Их называют хромофорами. Как известно, белый свет состоит из суммы семи цветов. Поглощая солнечный свет, хромофоры мгновенно возбуждаются. И тогда из кристалла выходит не весь спектр лучей, а какая-то его часть. Так, трехвалентный хром окрашивает кристаллы главным образом в зеленый цвет, а шестивалентный — в красный. Этот хромофор считается сильным, потому что не уступает своего места сопернику, стремящемуся «вышибить его из седла». Поэтому, например, цвет рубина не изменяется. Голубой цвет кристаллам придает титан, бирюзовый — медь.

В нашей стране синтетические драгоценные камни рубины, сапфиры, александриты и другие выращиваются в аппаратах конструкции советского ученого С. К. Попова. Каждый кристалл растет отдельно при высокой температуре в водородно-кислородной атмосфере. А пудра окиси алюминия — основного сырья — получается из алюмоаммонийных квасцов Донецкого завода химических реактивов. Сейчас на заводах, выращивающих синтетические рубины, аппараты объединяются в блоки, и кристаллы в них растут одновременно. Химиков не совсем удовлетворял этот способ получения кристаллов рубина и сапфира: при нем нельзя было получить кристаллы больших размеров, чем были диаметром 20 миллиметров, да и длина их была небольшой. Это ограничивало области применения сапфира, особенно лейкосапфира (так называли бесцветный сапфир).

Был разработан новый метод синтеза сапфиров в специальных кристаллизационных печах в виде больших пластин и дисков. Представляете — кристалл сапфира весом в несколько килограммов! А ведь по твердости сапфир уступает только алмазу. Для него безвредны любые кислоты и щелочи.

Специалистов восхищают и его оптические свойства, и способность противостоять не только высоким давлениям и температурам, но и жесткому радиационному излучению. Понимать это надо так: радиация не вызывает изменения его свойств. Сапфир весьма удобен для технологов — его можно сваривать со стеклом и припаивать к металлу. Из больших дисков сапфира можно изготовить и большие иллюминаторы, позволяющие следить за процессом, протекающим в приборах и аппаратах, где царят вакуум, высокие температуры и давления. Окно жюль-верновского «Наутилуса» было сделано из хрусталя. Теперь воображение рисует батискаф с сапфировыми иллюминаторами, выдерживающими давление воды на больших глубинах.

В Харьковском научно-производственном объединении «Монокристаллреактив» сегодня получают прокат из сапфира: прозрачные, легкие и прочные сапфировые трубки разного сечения и длины, полые трех-, четырех- и шестигранники, крохотные сопла, швеллеры, уголки. Конечно, габариты их невелики. Но это детали стопроцентной готовности, значение которых в приборостроении, радиоэлектронике, светотехнике, химической промышленности трудно переоценить. Там, где пасуют перед высокой температурой и агрессивной средой самые прочные сплавы и благородные металлы, сапфировые детали служат исправно.

Все мы привыкли к освещению улиц яркими ртутными лампами. Оказалось, что еще более приятный теплый свет дают трубки с парами натрия, а энергии они потребляют в два с половиной раза меньше ртутных. Но у этих ламп есть один большой недостаток — химическая активность паров натрия. В этой среде трубка из лучших сортов кварца может работать лишь несколько часов. Нужен был

прозрачный и плотный материал, способный противостоять агрессивному натрию. Таким материалом и является сапфир. Московские ученые разработали технологию изготовления трубок сапфира путем кристаллизации их из расплава. И в ближайшие годы сапфировое ожерелье новых ламп появится на улицах наших городов.

Предмет мечты стоматологов — корундовое точило. Новый инструмент, изготовленный из синтетического кристалла, помимо долговечности обладает еще одним преимуществом — нулевой пористостью. Значит, чтобы обеспечить полную стерильность инструмента, достаточно окунуть его в спирт. А вот небольшой токарный резец. Им без дополнительной заточки можно обрабатывать во много раз больше деталей, чем твердым металлическим резцом.

Получили химики искусственным путем и благородный гранат. В основу технологии был положен метод так называемой направленной кристаллизации, позволяющий выращивать камни правильной геометрической формы. Суть его на первый взгляд проста: небольшая лодочка с шихтой продвигается через нагреватель, и в это время вещество сначала плавится, затем кристаллизуется. В действительности все не так просто. Искусственный гранат — детище огромных температур, глубокого вакуума и филигранной технологии. Достаточно малейшей ошибки при дозировке шихты или в скорости движения лодочки — и хорошего кристалла не получится.

Обычный природный гранат чаще всего розово-красного цвета и назван так по цветному сходству с мякотью известного плода. Гранаты других цветов встречаются в природе крайне редко. Химики же синтезировали гранаты самых различных цветов —

от светло-розового до крайне редкого зеленого, о котором говорится в рассказе А. И. Куприна «Гранатовый браслет».

Воспроизведен и самый твердый природный минерал — алмаз. История его синтеза насчитывает несколько столетий и полна драматических событий. Свойствами алмаза интересовался еще великий Ньютон. Изучая прохождение в нем света, он сделал вывод, что алмаз должен гореть. «Ньютон угадал углеродную природу алмаза», — заметил советский ученый С. И. Вавилов. То, что алмаз на самом деле горит, доказал Лавуазье в XVIII веке. А в XIX веке химики начали ставить опыты, пытаясь получить алмаз главным образом из графита. Но уже в то время ученые понимали, что для этого нужно большое давление: природный алмаз образовывался в глубинах земли, где давления весьма велики. Стали конструировать аппараты типа запаянных оружейных стволов или толстенных стальных бомб. Но алмаз в них не хотел получаться.

Французский химик Анри Муассан пошел другим путем. Он считал, что алмаз должен рождаться в расплаве железа, пересыщенного углеродом. Возможно, на эту мысль его натолкнули сообщения о том, что в осколках железных метеоритов были найдены крупинки алмазов. Растворив полученный слиток в кислотах, Муассан получил несколько крупинок, которые царапали даже корунд и сгорали в кислороде. И объявил, что синтезировал алмаз. В это же время независимо от французского ученого профессор Петербургской военно-медицинской академии К. Д. Хрущов синтезировал аналогичные кристаллики в расплаве серебра. И лишь через пятьдесят лет, когда с помощью рентгеновских лучей провели анализ сохранившихся образцов, установили, что это не были алмазы.

Впервые искусственные алмазы получили в США в 1955 году. Для этого пришлось применить очень высокое давление (до 100 тысяч атмосфер). Чтобы дать представление о таких давлениях, обычно приводят такой пример: если перевернуть Эйфелеву башню и поставить ее на квадратный дециметр, то давление составит около 90 тысяч атмосфер. Но и одного такого давления оказалось недостаточно. Проводились опыты, когда графит сжимался под давлением 400 000 атмосфер, а алмаз все же не получался. Графит оказывался как бы пружиной и после снятия давления возвращался в исходное положение. Нужны были еще температура до 2000 градусов и катализатор.

В нашей стране еще перед Великой Отечественной войной академик О. И. Лейпунский теоретически определил условия перехода графита в алмаз и пути решения проблемы. А искусственные алмазы получила в 1960 году группа ученых под руководством академика Л. Ф. Верещагина. Промышленный выпуск алмазов был освоен в Киеве на опытном заводе Института сверхтвердых материалов АН УССР. С 1962 года советские синтетические алмазы начали бесперебойно поступать на предприятия всех отраслей промышленности.

Чем же так привлекателен алмаз? Конечно, своей исключительной твердостью. Слово «алмаз» происходит от греческого «адамас», что означает «непреодолимый, непобедимый, несокрушимый». Алмаз применяется при бурении горных пород, резке стекла, механической обработке самых различных материалов, вытягивании тонкой проволоки, для получения поверхностей высокой степени чистоты. Буквально революцию произвели алмазы в обработке полупроводниковых материалов — германия и кремния. Раньше, чтобы разрезать брусок герма-

ния толщиной в один сантиметр, нужно было затратить четыре часа. Алмазный круг делает это за сорок секунд. И еще одна особенность алмаза: показатели его тем выше, чем тверже обрабатываемый материал. И сегодня без применения алмазов немислимо производство автомобилей и тракторов, измерительного инструмента и часов, обуви и кинескопов.

Однако при синтезе алмаза с высокими давлениями возможно включение в него примесей металла, что в ряде случаев нежелательно. И в Институте физической химии АН СССР группой ученых под руководством члена-корреспондента АН СССР Б. В. Дерягина и профессора Д. В. Федосеева был разработан способ его синтеза при атмосферном давлении. Кристаллы алмаза выращивали в реакторе при температуре 1000 градусов. В аппарат помещали затравку из алмазной пыли и пропускали метан, этан или другой углеродосодержащий газ. И крупинки начинали расти за счет присоединения атомов углерода из газа.

Под руководством академика Л. Ф. Верещагина из графита синтезирован полупроводниковый алмаз. Ученые считают, что полупроводниковый алмаз в чем-то превзойдет германий и кремний. Он не боится перегрева, к тому же обладает большей теплопроводностью, чем металл. Эти уникальные свойства делают его незаменимым в преобразователях электрической энергии. Ведь алмаз здесь становится и проводником, и идеальным изолятором. Советским ученым удалось вырастить тонкие пленки алмаза при комнатной температуре. Синтезированы нитевидные кристаллы и высокодисперсные порошки. И только искусственный бриллиант получить пока не удастся. И для украшений еще используют алмаз, добытый из кимберлитов, при-

шедших к нам с огромных глубин. Но недалеко то время, когда и сверкающий самоцвет будет надежно и быстро выращиваться химиками.

Среди ювелирных камней, синтезированных химиками, особое место занимает аметист — камень фиолетового цвета. В природных условиях на создание этой «фиалки» уходят тысячелетия. Считалось, что синтезировать аметист невозможно. И все же впервые в мире это было сделано в нашей стране. Благодаря интенсивности окраски и красноватым отблескам, вспыхивающим в его глубине даже при электрическом освещении, он превосходит не только бразильский и цейлонский аметисты, но и уникальные уральские.

Получаемые искусственным путем рубины, аметисты, сапфиры — все это монокристаллы, индивидуальные кристаллы, выросшие из одного зародышевого центра. Главное свойство такого кристалла — однородность, то есть все свойства его в параллельных направлениях одинаковы. Это и важно для практики, это и определяет широкое применение монокристаллов.

Ныне монокристаллы — многочисленная семья. Чистейшие, лишенные внутренних напряжений монокристаллы хлористого натрия (да-да, той самой обычной поваренной соли, что находится в солонках на обеденных столах) используются в приборостроении. Из них делают призмы для спектрометров и линзы для приборов инфракрасной оптики и акустических приборов. Монокристаллы сульфида цинка применяются для усиления ультразвука и изготовления сложных электрических приборов. Монокристалл йодистого натрия, активированный таллием, служит своеобразным разведчиком недр: он улавливает идущие из глубин земли радиоактивные излучения и отвечает на сигналы световыми вспышками.

(сцинтилляциями). Этот кристалл нужен также в химии, биологии, медицине.

...На заводском конвейере Харцызского трубного завода со скоростью до пяти метров в минуту плывут трубы большого диаметра. Их насквозь просвечивает рентгеновская установка. Незримые лучи, проходя через металл, упираются в диск из пластины монокристалла йодистого цезия и становятся... видимыми. Яркое свечение диска попадает в поле зрения телевизионной системы. Оператор на экране ясно видит всю внутренность стенок непрерывной нитки труб. Малейшие раковины, скрытые трещины выделяются четкими темными пятнами. При обнаружении их нажимается кнопка, и особый автомат очерчивает краской на поверхности трубы контуры дефекта. Даже стоглавый Аргус из древних эллинских мифов не смог бы сравниться зоркостью с этим всевидящим оком. Чудесный монокристалл внедряется и на других трубных заводах страны.

Могут монокристаллы служить и детекторами ядерных излучений. Радиоактивное излучение — не свет, его нельзя увидеть глазом, зафиксировать в виде тепла, его не воспринимает ухо. Но ведь мы не сомневаемся, что оно есть на самом деле. Это стало возможным благодаря косвенным наблюдениям. Удивительные вещества — сцинтилляторы, подобно волшебнице в «Золушке», делают невидимое видимым.

Они превращают энергию движения частиц или квантов ионизирующего излучения в свет. Например, если облучить экран, покрытый слоем сульфида цинка, альфа-частицами радиоактивного вещества, то будет видно свечение — множество кратковременных вспышек. Их можно сосчитать специальными приборами.

Чаще всего сцинтилляторами служат монокристаллы некоторых щелочных галогенидов — йодистого натрия, йодистого цезия, активированных таллием. Могут быть сцинтилляторами и монокристаллы органических веществ — нафталина, антрацена. Нашли широкое использование и пластмассовые сцинтилляторы — твердые растворы органических люминесцирующих веществ в полимерах.

В электронных часах цифры рисует ток от миниатюрной батарейки. В их окошечке — полоски жидкого кристалла. Они расположены как линии в сетке почтового индекса на конверте. В зависимости от того, через какие полоски пропускается ток, получаются разные цифры. Таким же способом можно заставить электрический ток рисовать и любые изображения. Сейчас необычные свойства жидких кристаллов используются в технике, биологии, медицине. Они помогают фотографировать в невидимых лучах, диагностировать воспалительные процессы, определять очень небольшие примеси вредных веществ в воздухе, создавать информационное табло для вычислительных машин и навигационных приборов. В будущем жидкие кристаллы помогут создать совершенно плоский экран, на котором изображение будет не светящимся, а похожим на живописное полотно.

Есть жидкие кристаллы, обладающие памятью. Они могут не только обнаружить неполадки в сложных современных приборах, но и надолго сохранить информацию о них. Достаточно накрыть радиосхему пленкой с нанесенным на нее жидkokристаллическим химикатом, чтобы неисправные элементы тут же выдали себя. Дело в том, что они не оставляют на пленке следа, тогда как работающие детали, нагреваясь, заставляют ее ярко светиться. При выключенной аппаратуре своеобразный тепловой чертеж,

отображающий перепады температуры в сотые доли градуса, не исчезает. Запоминающим устройством здесь служит само вещество, в котором молекулы под воздействием тепла легко меняют свое взаимное расположение.

До недавнего времени жидкие кристаллы считались просто курьезом, не все верили в их существование. И все же ученым удалось решить задачу этих необычных веществ. От жидкостей они взяли текучесть, вязкость, а от кристаллов — зависимость свойств от направления измерения.

Интересно, что необыкновенную воду со свойствами кристалла описал еще в 1838 году американский писатель Эдгар По. Герой его повести Артур Гордон Пим попадает в глубь неизвестного острова. Там он встречается ручей со странной водой: «Она вся расслаивается на множество отчетливо различных струящихся прожилок... и сила сцепления частиц в той или иной прожилке несравненно больше, чем между отдельными прожилками». Но ведь это свойство кристаллов. И в то же время вода обладала свойствами жидкости: текла, принимала форму сосуда, в который ее наливали. А пятьдесят лет спустя австрийский ботаник Фридрих Рейнитцер обнаружил у синтезированного им нового органического вещества — холестерина бензоата — весьма необычные свойства: оно оказалось способным находиться в новом агрегатном состоянии, названном жидкокристаллическим, и вело себя совсем как фантастическая вода Эдгара По. Так вымысел писателя оказался реальностью.

Чем же все-таки кристалл отличается от жидкости и почему жидкость похожа на кристалл? Представим праздничную толпу на площади. Как жидкость приобретает форму сосуда, в который она налита, так и толпа заполняет площадь от края до

края. Однако, как бы здесь тесно ни было, каждый человек может двигаться по площади в любом направлении. Иное дело, когда по той же площади проходят войска: их четкие шеренги — образец идеального порядка. Такой же порядок царит и внутри твердого кристалла: его частицы почти лишены возможности двигаться относительно друг друга. И, наконец, красочное шествие физкультурников на площади похоже на структуру жидкого кристалла: хотя спортсмены и сохраняют между собой дистанцию, их группы то и дело перестраиваются. Иначе говоря, хотя в жидких кристаллах и есть общий порядок, частицы в них все равно могут передвигаться.

Но почему не все жидкости обладают свойствами кристаллов? Это зависит от формы их частиц. Если молекулы жидкости имеют форму длинных стерженьков, они располагаются параллельно друг другу, стерженьки передвигаются, но общий порядок сохраняется. А порядок — свойство молекул кристаллов. Иногда молекулы жидких кристаллов образуют скользящие друг над другом слои, а иногда располагаются как ступеньки винтовой лестницы. Это тоже позволяет молекулам перемещаться, не изменяя общей структуры.

Ученые обнаружили, что жидкие кристаллы чутко отзываются на внешние воздействия: реагируют на электрический ток, магнитное поле, ультразвук, пары химических соединений и другие изменения внешней среды. Эти их особенности широко используются. Вот, например, цветной стакан. Пока в нем чай горячий, стекло светится зеленым цветом, а если оно краснеет — это сигнал о том, что жидкость нужно подогреть. Или кольцо, камешек которого изменяет цвет в зависимости от температуры поверхности кожи.

На основе этого эффекта учеными разработана серия термоиндикаторных пленок различного назначения. Если человек заболел, то температура тела, как правило, повышается, в первую очередь по этому и судят о состоянии организма. Однако знакомый нам всем градусник позволяет измерять температуру в какой-либо одной точке. Пленочный жидкокристаллический термоиндикатор прикладывается в разных местах тела. И сразу же у врача появляется цветная картина теплового поля. Поскольку известно, какая температура соответствует тому или иному цвету, полученную термограмму легко прочесть. И врач сможет сравнительно быстро выявить характер заболевания.

За создание и исследование нового класса монокристаллов — фианитов — группа ученых и специалистов Физического института имени П. Н. Лебедева АН СССР во главе с заведующим лабораторией доктором физико-математических наук В. В. Осико удостоена Ленинской премии. Сокращенное название этого научного учреждения — ФИАН — и дало имя новым кристаллам. Фианиты — это монокристаллы на основе оксидов циркония и гафния. Внешне они похожи на сверкающие алмазы разных оттенков (в зависимости от тех или иных добавок) и действительно могут быть украшением. Но не это принесло им широкую известность. Фианиты обладают комплексом уникальных свойств: по твердости они уступают лишь алмазу и корунду, используются в качестве более дешевых заменителей алмаза; стойки в химически агрессивных средах; имеют отменную прозрачность, сильно преломляют свет; могут генерировать луч лазера, способный достигать звезд.

При получении фианитов для нагрева используют высокочастотное электромагнитное поле. От-

ходов в этом производстве нет. Мелкие кристаллы полностью используют для изготовления зернистой термостойкой керамики, а фианитовую пудру — при полировке полупроводниковых пластин. И никаких вредных продуктов, загрязняющих атмосферу или воду.

Советские космонавты провели уже множество экспериментов на установках «Сплав», «Кристалл», «Корунд» в космосе. Получены сотни образцов различных материалов, в том числе и монокристаллов. На земле, хотя монокристаллы и выращивают в специальных установках, буквально в тепличных условиях, сказывается воздействие гравитации. Притяжение планеты не дает элементам с большой разницей в удельных весах распределяться равномерно — тяжелые элементы собираются в одной части кристалла, легкие — в другой, и это ухудшает его свойства. А в космосе в принципе можно получать идеальные кристаллы с равномерным распределением компонентов и с такими свойствами, о которых мы можем пока только мечтать.

КООРДИНИРУЮТ КОМПЛЕКСОНЫ

В математике в квадратные скобки заключают сложные многочленные выражения. В химии — комплексные соединения, чтобы отобразить особенность строения этого класса веществ и одновременно указать на их отличие от обычных соединений. Раньше их считали экзотическими соединениями — сложными и редко встречающимися. Теперь под рубрику «комплексный» относят много веществ. В комплексе один атом или чаще всего ион координирует вокруг себя некоторое количество нейтральных или заряженных частиц. Из органических комплексооб-

разователей особенное значение приобрели полиаминокарбоновые кислоты. Они и получили название комплексонов.

За создание, внедрение и применение комплексонов в народном хозяйстве группе ученых Всесоюзного научно-исследовательского института химических реактивов и особо чистых химических веществ во главе с Н. М. Дятловой присуждена Государственная премия СССР. Поначалу считалось, что назначение их препаратов сугубо аналитическое — для лабораторных анализов. Но ученые пошли дальше. Исследовав свойства синтезируемых веществ в зависимости от взаиморасположения атомов в молекуле, от характера, вида связи между атомами, они разработали теорию комплексонов, а найдя закономерности синтеза, стали создавать новые, заранее зная их свойства и возможности.

Комплексоны способны образовывать с большинством катионов очень прочные, растворимые в воде комплексные соединения. Их образно сравнивают с осьминогом. Этот своеобразный химический осьминог в растворе может не только схватить и прочно удержать частицу металла, но и, окружив ее со всех сторон массой, сделать химически бездеятельной, безвредной. Он может доставить ее в растворе к месту назначения и только там разжаться, выпустить спрятанную добычу вновь на волю.

Катионы металлов — активная часть многих реальных систем — от простых химических соединений до таких сложных структур, как растения и живые организмы. Связи, экранируй комплексоном катион, и свойства системы изменяются. Известно, например, что бетон затвердевает через строго определенное время, что создает трудности для строителей. Но если ввести в раствор комплексоны, то затверждение бетона ускорится во много раз.

Триумфальное шествие комплексонов началось с чистки котлов атомохода «Ленин». Накипь, образующаяся на стенках котлов и трубопроводов, — главная беда парового флота со времени его основания. Цилиндры, поршни, золотники парового двигателя сменила турбина, вместо толки — атомный реактор, но пар все тот же, и накипь та же.

На этот раз котлы атомохода чистили химики с помощью комплексонов. Принимавший их работу главный инженер пароходства был поражен чистотой и гладкостью поверхности котлов и трубопроводов. Объяснялось все очень просто. Когда котлы чистили кислотами, на поверхности металла образовывались изъёмы: ведь кислота не разбирает, где накипь, а где металл. Комплексоны же действовали только на накипь, и металлическая поверхность становилась такой, какой она была до начала работы котла. Химический осьминог своими щупальцами извлекал из накипи катионы металлов и таким образом разрушал ее.

С атомохода комплексоны шагнули в большую энергетику, ведь ТЭЦ — это те же котлы и та же накипь. У химиков появилась новая идея: старые котлы с помощью комплексонов, конечно, чистятся неплохо, но не лучше ли сделать так, чтобы новые котлы не зарастали накипью или хотя бы зарастали ею помедленнее? Небольшие дозы комплексонов стали вводить в воду, проходящую через нагревательные системы, и образование накипи резко затормозилось. Они умягчают воду, своими щупальцами как бы окутывают атомы кальция и магния (виновников жесткости воды) со всех сторон и не дают им возможности образовывать нерастворимые соли. Химизм процесса состоит в том, что с помощью комплексонов образуются растворимые в воде комплексные соединения (комплексонаты) каль-

ция и магния. Это предотвращает осадкообразование их в виде оксидов и тем самым — образование накипи.

Помогли комплексоны и нефтяникам. Через определенное время после начала добычи поступление нефти из скважины снижается — стенки труб обрастают отложениями, и пропускная способность их падает. На основе комплексонов созданы специальные ингибиторы (замедлители) солеобразования. Их закачивают в пласт вместе с водой, и выпадение солей предотвращается.

Беда эта случилась в одном из виноградарских хозяйств Крыма. В ярко-зеленом ковре виноградников, раскинувшихся по склонам холма, появились желто-лимонные участки. А вблизи можно было увидеть бледные пожухлые листья, бессильно повисшие лозы. Растения погибали. Хлороз. Страшная для винограда болезнь. Возникает она как результат недостатка в организме растений отдельных микроэлементов, в частности железа, цинка, марганца. Правда, если сжечь пораженный хлорозом лист, то например, содержание железа в нем будет отнюдь не меньше, чем в здоровом растении. Но оно там находится в виде соединений, которые не усваиваются растением, и этот микроэлемент оседает мертвым грузом.

Химики совместно с сотрудниками Украинского института физиологии растений провели исследования и создали нужный комплексон, который освободил катион железа. Пораженный болезнью участок виноградников с вертолета опрыскали специальным жидким составом. Там, где на лист падала капелька жидкости, вскоре возникало ярко-зеленое пятнышко, оно быстро разрасталось, и постепенно лист расправлялся, зеленел, становился свежим и упругим. В чем механизм этого чуда? Комплексон

является переносчиком атомов металлов-микроэлементов по стволам, плодам и листьям, под действием солнца он отдает эти частицы растению. И они, освободившись, начинают активно участвовать в образовании хлорофилла. От недостатка микроэлементов страдают не только растения, но и животные. Их помогает восполнить препарат на основе комплексонов, выпуск которого освоен на Шосткинском заводе химических реактивов.

Мы не раз наблюдали, как разрезанное яблоко становится коричневым, а масло, долго лежащее на воздухе, горкнет. Это следствие процесса окисления. При консервировании пищи присутствие даже одной части на миллион ионов металлов ускоряет окисление кислородом воздуха. Так портятся зеленые овощи, из апельсинового сока исчезает витамин С. А если добавить всего 0,01 процента комплексона, то качество продуктов сохраняется.

Добавка комплексонов сохраняет от окисления латекс каучука и ракетное горючее, избавляет красители от следов железа и других металлов, которые могли бы изменить или ослабить цвет. В цветной металлургии они участвуют в хроматографическом разделении редкоземельных элементов, а в радиоэлектронике — в производстве оптически активных материалов и десорбции микропримесей с поверхности специальных веществ. На основе комплексонов созданы и осваиваются травители, десорбенты и модификаторы поверхности полупроводниковых материалов для электронной и часовой промышленности, производства интегральных микросхем. Медиков заинтересовало свойство некоторых из них способствовать растворению почечных камней.

И все же самое главное применение комплексонны нашли в аналитической химии. Именно там ока-

залось очень удобным использовать их точную и строгую направленность. С их помощью определяют одни катионы в присутствии других, что во многих случаях не достигается обычными методами анализа. Используют комплексоны и в физико-химических методах анализа. Они дали в руки геологам замечательный аппарат, позволяющий делать анализ по определению химических элементов в минералах намного быстрее, чем раньше.

Ученые считают, что комплексоны в недалеком будущем найдут применение в технологии особо чистых веществ, процессах полимеризации, при извлечении металлов из промышленных стоков, получении синтетических волокон, дублении кожи. Использование комплексонов для чистки котлов раскрыло еще одну грань их возможностей: извлеченные ими соли накипи по своему составу оказались ценным удобрением. Получается двойная польза, к тому же в этом случае природа не загрязняется отходами. И сегодняшняя задача — поставить комплексоны на защиту человека и охрану окружающей среды.

СЛУЖБА ДНЯ И НОЧИ

Человек с незапамятных времен мечтал удлинить свой день. Недаром он обожествлял и берег огонь — этот древний источник света. Сидя темными вечерами возле чадающей лучины, человек сочинял сказки про волшебное перо жар-птицы. Вспомните, как у П. П. Ершова в сказке «Конек-Горбунок»: «Вот уж он перед огнем. Светит поле, словно днем. Чудный свет кругом струится, но не греет, не дымится». Такое волшебное перо жар-птицы найдено химиками. Им оказались люминофоры.

Свет отождествляется в нашем понятии с теплом. Люминофоры же дают холодный свет. Правда, с холодным светом мы иногда встречаемся и в природе. В ночное время можно наблюдать фантастически красивое зрелище — свечение морей. Это светятся животные и растения, на самом дне светятся коралловые кусты. Среди моряков когда-то было распространено поверье, что в море светится окисляющийся фосфор, отсюда, видимо, и пошло выражение «море фосфорится». Сейчас ученые доказали, что своим свечением море обязано живым организмам — оно возникает лишь в клетках животных или растений. Светящиеся тельца встречаются и в лесу — светлячки, гнилушки.

В основе холодного света люминофоров лежат явления флуоресценции и фосфоресценции. Суть первого в том, что поверхность, покрытая флуоресцирующим веществом, светится, например, под действием ультрафиолетовых лучей. Но как только источник освещения удаляют, то и флуоресценция тут же прекращается. А фосфоресценция — явление другое: фосфоресцирующие вещества светятся в темноте после того, как их некоторое время освещали.

Неорганические люминофоры были открыты почти четыре столетия назад. Представим себе средневековую Италию. Город Болонья. Вечерами сапожник Кашороло занимается в своем доме алхимическими исследованиями: ищет способы превращения веществ в золото. Вот он загрузил тяжелый камень — минерал барит — в реторту, предварительно смешав его с углем, добавил масла и эту смесь прокаливает много часов. Но напрасными были его ожидания: превращение не совершилось. Реторта несколько дней пролежала во дворе под лучами знойного южного солнца. Однажды вече-

ром (как и все алхимики, он начинал работу в лаборатории после заката солнца) Кашороло принес реторту в дом, чтобы извлечь содержимое и помыть ее. В комнате было темно, свечи еще не зажигали. Но когда алхимик вошел с ретортой в лабораторию, он заметил, что от сосуда исходит тусклый холодный свет: светился маслянистый прокаленный остаток. Кашороло знал о светящихся в темноте обитателях моря, в лесу он видел светящиеся пни или гниющие деревья, но чтобы в темноте светилось химическое вещество — такого он не знал. Полученное им чудодейственное вещество впоследствии получило название болонского камня.

Все правильно, скажет современный химик. Барит — это серно-кислый барий. После прокаливания его при высокой температуре с углем получится сернистый барий. Если же его подвергнуть предварительному освещению, то он будет продолжать затем некоторое время светиться. Однако следует сказать, что способность светиться после предварительного освещения присуща не самому сернистому барию, а твердым растворам в нем сульфидов некоторых металлов (меди, висмута, серебра). Чем больше такого сульфида находится в твердом растворе, тем сильнее фосфоресценция. Ну а цвет ее зависит в основном от природы сульфида металла. Но чтобы объяснить это явление, понадобилось несколько веков.

Открытие Кашороло демонстрировал своим друзьям в 1612 году Галилей. Он оставил нам одно из первых описаний фосфоресценции, однако причину ее открыть не смог. Холодным светом интересовался М. В. Ломоносов. Внимание его привлекло сходство северных сияний и свечения паров ртути в откачанной трубке. «Как может быть, чтобы мерзлый пар среди зимы рождает пожар?» — писал

он. И ученый делает вывод, что «свет и теплота не всегда взаимно связаны». А в семидесятых годах прошлого века одна английская фирма начала промышленное изготовление светящейся краски. Состав ее, который хранился в секрете, вскоре был разгадан французским ученым Вернейлем: основа краски — сернистый кальций, а свойство светиться она приобретает благодаря ничтожной примеси солей висмута. Ныне эти примеси получили название активаторов.

Собственно говоря, люминофоры и состоят из основы и активатора (например, сернистого кальция и солей висмута, как в краске, секрет которой разгадал Вернейль). Способностью светиться обладает не весь люминофор, а лишь некоторые участки его, так называемые центры свечения. Они там, где в кристаллической решетке есть нарушения. Откуда берутся эти нарушения? Возникают при термической обработке, так как люминофоры — вещества, искусственно синтезируемые прокалкой сложных неорганических смесей.

Именно при термической обработке шихты строго определенное количество примеси входит в решетку основы и происходит их совместная кристаллизация. А там, где это произошло, кристаллическая решетка оказывается нарушенной. Кроме того, для облегчения кристаллообразования и лучшего внедрения в решетку ионов активаторов в шихту часто вводят небольшое количество легкоплавких бесцветных солей, так называемых плавней (хлористый натрий, хлористый калий и другие). Очень небольшая часть ионов плавня встраивается в решетку, остальная после окончания прокалики может быть удалена из готового продукта промывкой.

Сам же процесс свечения возникает в результате электронного перехода в атомах, молекулах или

ионах. Под действием видимого света или ультрафиолетовых лучей электроны люминофоров возбуждаются и перемещаются на уровни с более высокой энергией. Возвращаясь затем в исходное состояние, они излучают избыток энергии в виде квантов света. Но простым глазом мы видим не отдельные вспышки, а сплошной поток света.

Все люминофоры подразделяют на два типа: постоянного свечения и временного действия. В состав первых, кроме обычных основы и активатора, входят еще и радиоактивные вещества, которые являются источником энергии. Частицы, испускаемые радиоактивной добавкой, и заставляют работать люминофор. Еще три десятилетия назад были широко распространены наручные часы с цифрами, покрытыми такими составами. Но потом установили, что хотя и в незначительной степени, но такие люминофоры оказывают вредное действие на организм, особенно там, где их производят. И выпуск таких часов был прекращен. Хотя некоторые виды специальных часов с люминофорами постоянного действия продолжают выпускаться (например, часы «Амфибия» для аквалангистов).

Наиболее распространены люминофоры временного действия — светосоставы, которые светятся после предварительного освещения. По способу возбуждения свечения различают фотолюминофоры (возбуждаются ультрафиолетовым или видимым светом), катодолюминофоры (возбуждаются пучком электронов), электролюминофоры (возбуждаются электрическим полем). Есть еще радиолюминофоры (возбуждаются частицами радиоактивного излучения), рентгенолюминофоры (возбуждаются рентгеновскими лучами). Основа светящихся составов временного действия — соединения цинка, кальция, кадмия, стронция, бария. Их прокалывают с ни-

чтожными количествами солей тяжелых металлов: меди, висмута, марганца.

Технология люминофоров — раздел тонкого неорганического синтеза с применением веществ особой люминофорной чистоты. В цехах, где их получают, стерильная чистота. Тщательно загерметизированы приборы. Ни одной частички примеси железа и других металлов, которые могут, вступив в контакт с основным продуктом, повлиять на его «голубую кровь». Поэтому аппаратура и оборудование сделаны из титана, алюминия, органического стекла. При всех процессах изготовления люминофоров не исключены какие-то просчеты, недосмотры. Поэтому девушки в белоснежных халатах — контролеры — рассматривают кусочки люминофоров под специальными лампами. А потом их свойства проверяют в камерах, где царит почти абсолютный мрак, с помощью тончайших приборов.

Люминофоры временного действия массовое применение нашли в люминесцентных лампах — самых экономичных источниках света. Мировой выпуск этих ламп исчисляется сотнями миллионов штук в год. Вспомним физику: люмен — световой поток, излучаемый точечным источником света в одну свечу. Обычные электрические лампочки, или, как их называют специалисты, лампы накаливания, на каждый ватт электроэнергии создают световой поток от пяти до двадцати люменов. Световая отдача их мизерна: лишь 3—4 процента энергии электричества превращается в световую, остальное идет на нагревание. Они, так сказать, больше греют, чем светят, то есть используют электрический ток явно не по назначению. И гораздо выгоднее в этом смысле лампы, наполненные светящимся газом, в том числе так называемые лампы дневного света. На внутреннюю поверхность таких ламп и наносят тон-

кий слой люминофора. Ультрафиолетовое излучение ртутного разряда в лампе поглощается люминофором и излучается в области, соответствующей спектру излучения люминофора. В зависимости от примененного люминофора можно получать лампы с разным цветом свечения. Люминесцентные лампы создают на каждый ватт световой поток от 30 до 70 люменов. Эти светильники служат в пять — восемь раз дольше, чем лампы накаливания.

Традиционный тип люминесцентных ламп — лампы низкого давления. Они предназначены для внутреннего освещения помещений, промышленных и административных зданий. Основные люминофоры для таких ламп — галофосфатные, активированные сурьмой и марганцем. В качестве их основы чаще всего используют галофосфат кальция. А меняя концентрацию активатора — марганца, можно получить люминофоры, отличающиеся по цвету свечения; цвет может быть дневной, холодно-белый, тепло-белый. Другой тип ламп — ртутные лампы высокого давления. Их применяют для наружного освещения — дорог, улиц, парков и т. п. Эти лампы имеют незначительное излучение в красной области спектра, что ухудшает его качество. Для исправления цветности на их внутреннюю поверхность наносят люминофор с красным цветом свечения. Есть лампы и специального назначения — для парников, оранжерей, рекламы. Ведутся работы по созданию ламп с улучшенной цветопередачей, нужных там, где требуется тонкое различие цветов, в производстве часов и приборов, в ткацких цехах, при освещении студии цветного телевидения.

Вторая по масштабам область применения люминофоров временного действия — производство телевизионных кинескопов. Для экранов кинескопов черно-белого телевидения используются смеси двух

люминофоров — с желтым и голубым свечением. Эти смеси при электронном возбуждении дают излучение белого цвета. Экраны кинескопов черно-белого телевидения покрыты одинаковыми кристалликами. Сложнее обстоит дело с экранами для цветного телевидения. Все их поле разделено на мельчайшие равносторонние треугольники, в вершинах которых и расположены кристаллики трех различных люминофоров, дающих синее, зеленое и красное свечение. Каждый кристаллик отделен от своего соседа приблизительно на 0,2 миллиметра. Как их наносят? Сначала всю стеклянную подложку покрывают слоем одного люминофора, смоченного связующим веществом, которое обладает свойством затвердевать под действием ультрафиолетовых лучей. Нанесенный слой покрывают маской — пластиной с отверстиями, заполняющими одну треть поверхности экрана. Включают ультрафиолетовое освещение — слой затвердевает. С остальной поверхности подложки люминофор смывают водой. Снова покрывают всю поверхность, но уже другим цветом. Маску передвигают, и операция повторяется.

Использование люминофоров для кинескопов возрастает в связи с распространением прикладного телевидения. Это визуальные системы для управления производством, учебные телесистемы. Нужны они и в производстве осциллографов, радиолокационных и рентгеновских экранов. В качестве активаторов эффекта люминесценции в последнее время стали применяться редкоземельные элементы: европий, иттрий, гадолиний. Именно люминофоры с оксисульфидом гадолиния позволяют получить наиболее контрастные рентгеновские снимки.

Известны и органические светосоставы — люмогены. Это в основном различные производные бензола и других ароматических соединений. Сами по

себе люмогены очень ярки. Правда, они частично теряют яркость, когда из них изготавливают краски и смешивают с синтетическими смолами. Они дают прекрасные эмали, свет от которых отражается на большое расстояние. По морю идет корабль. Садится солнце, наступают сумерки. Но окрашенные флуоресцентной эмалью бакены видны за сотни метров, их ярко-красные точки четко указывают путь кораблю. Эти эмали используют также для опознавательных знаков на самолетах, дорожных указателях, они особенно хорошо видны в туман, в дождь, на рассвете и на закате. С этими красками работал русский художник Н. К. Рерих, поэтому так впечатляют в его картинах сияющие вершины гор или светящийся закат.

Флуоресцентные краски расширили возможности волокон: в лучах света рисунки, нанесенные на ткани, светятся и придают им очень нарядный вид. С их помощью в театральной практике творятся чудеса. В зале гаснет свет. Поднимается занавес, и перед зрителями возникает морское дно: колышутся разноцветные водоросли, проплывают яркие причудливые рыбы и чудовища. Зал рукоплещет художнику спектакля.

Одна из важных служб люминофоров — проверка качества изделий — люминесцентная дефектоскопия. Деталь покрывают люминофором, потом его стирают, и он остается лишь в трещинах, которые легко обнаруживаются ультрафиолетовыми лучами. Меченные люминофорами частицы помогают проследить течение подземных вод, движение дымов и туманов в воздухе.

ВЕЛИКИЙ ЗЕМЛЕДЕЛЕЦ

Земледелие — одно из древнейших ремесел человека. Начало его уходит к тем далеким временам, когда человек стал каменным топором рубить участки леса и расчищать клочки земли для посева. Кустарник и мелкие деревья сжигались. Зола и служила первым удобрением. До сих пор говорят в народе: «Сей рожь в золу, да в пору».

Издавна в качестве органических удобрений использовали навоз — продукт жизнедеятельности животных и птиц. «Клади навоз густо — в амбаре не будет пусто» — гласит старинная народная поговорка. Вносили в почву также речной ил, древесные опилки, роговые стружки, а из минеральных удобрений — костную муку, известь, поваренную соль, поташ. В XIX веке применение удобрений было возведено в ранг науки. Так родилась агрохимия.

ТРИАДА ПЛОДОРОДИЯ

Начало агрохимии связывают с появлением в 1840 году книги немецкого ученого Юстуса Либиха «Химия в приложении к земледелию и физиологии растений». В ней указывалось на важность и даже исключительность потребления растением минеральных элементов из почвы и подчеркивалась необходимость восполнять ее потери в форме искусственных удобрений. Либих открыл в Олендорфе первую фабрику искусственных удобрений, ко-

торая выпускала специальные смеси туков. На первое место среди минеральных удобрений очень скоро были поставлены азотистые туки.

Основоположником отечественной агрохимии был Д. Н. Прянишников. За работу «Азот в жизни растений и в земледелии СССР» Академия наук СССР присудила ему в 1946 году премию имени К. А. Тимирязева. Он писал в этой книге: «Вся история земледелия в Западной Европе свидетельствует о том, что главным условием, определяющим среднюю высоту урожая в различные эпохи, была степень обеспеченности сельскохозяйственных культур азотом».

Какое противоречие! Безжизненный, инертный элемент оказывается важнейшей составной частью живого. При недостатке азота рост растения останавливается, оно чахнет, листья его выцветают, теряют свою яркую зеленую окраску. Азот необходим растениям для синтеза белковых веществ, он по массе составляет почти пятую часть аминокислот, из которых образуется непосредственный носитель жизни — белок, входит в состав нуклеиновых кислот и зеленого пигмента растений — хлорофилла.

На нашей планете азота более чем достаточно, в атмосфере Земли его около 80 процентов. Юстус Либих считал, что растения могут поглощать азот воздуха. Но ученый заблуждался. Растения не в состоянии усваивать атмосферный азот, им нужен связанный азот в виде солей аммония и нитратов. В почве есть бактерии, которые на клубеньках клевера, гороха и некоторых других растений, словно в цехах миниатюрного химического заводика, занимаются связыванием атмосферного азота. Индийские ученые установили, что азот связывают также отдельные виды водорослей, чем была объяснена загадка некоторых рисовых полей, длительно

сохраняющих плодородие. Химизм процесса азотфиксации еще полностью не раскрыт. Предполагается, что этим занимаются микроорганизмы, живущие в симбиозе (тесном сожительстве) с растениями.

И при грозовых разрядах атмосферный азот может превращаться сначала в окислы азота, а затем в азотную кислоту, которая вместе с каплями дождя попадает в почву, реагирует там с различными солями и образует нитраты. Недаром с давних пор земледелец радуется грозовым дождям. До наших дней дожила пословица: «От летних гроз и урожай хорош».

Но связанного азота, попадающего в почву такими путями, мало для плодородия. К тому же азотные соли вымываются из нее водами, а часть связанного азота вновь превращается в свободный благодаря деятельности некоторых живущих в земле бактерий. И, наконец, урожаи ежегодно уносят с полей миллионы тонн азота. Все потери можно восполнить лишь азотосодержащими удобрениями.

Начало использования азотных удобрений было положено в Южной Америке. Здесь крестьяне вносили в бесплодную землю гуано (птичий помет) и получали высокий для того времени урожай. Французский ученый Ж. Бусенго, находившийся в 20-е годы прошлого века в Перу, заинтересовался этим удобрением, провел его анализ и установил, что гуано содержит до шести процентов азота. С 1841 по 1855 год в Европу завезли 2 миллиона тонн этого азотного удобрения. Но запасы гуано были ограничены. Этот источник азота быстро иссякал. И тут стало известно об огромных запасах селитры в Чили. Ее месторождение в пустыне Атакама, где она лежала под тонким слоем песка, было уникальным и практически единственным в мире.

Первая попытка ввезти чилийскую селитру в Европу относится к 1825 году. Тогда в германский порт Гамбург прибыл корабль из Чили с необычным грузом — селитрой. Владелец судна знал, что в Южной Америке этот товар ценится очень высоко, и надеялся в Европе сорвать хороший куш. Но он жестоко просчитался. Здесь еще ничего не знали об удивительных свойствах этого удобрения. Покупателей на него не нашлось, и груз пришлось выбросить за борт.

На Руси с селитрой познакомились давно. Калиевая селитра, то есть азотно-кислая соль калия, входила в состав пороха, который тут применяли еще во времена Дмитрия Донского, значит, тогда же умели получать и селитру. П. М. Лукьянов описал этот процесс: «Селитру извлекали тогда из разного мусора, находящегося под избами. Мусор выщелачивали водой, раствор профильтровывали через солому и холстину, затем в целях перевода натриевой соли в калиевую его обрабатывали поташом (или золой), снова фильтровали, упаривали и выкристаллизовывали селитру». Позже прокаливанием селитры с железным купоросом научились изготавливать азотную кислоту, которую тогда называли крепкой водкой. Значительно расширилось производство селитры при Петре Первом, он запретил вывозить ее за границу. М. В. Ломоносов в своей диссертации «О рождении и природе селитры» описал ее свойства и методы изготовления.

Когда в Россию начала поступать чилийская селитра, из нее в первую очередь стали получать необходимую для производства пороха калиевую селитру. На удобрение ее шло очень мало. Впервые задачу широкого использования химии для подъема сельского хозяйства поставил Д. И. Менделеев, он высоко оценивал преимущества аммиачной селит-

ры как концентрированного удобрения. Большие исследования в этой области проведены К. А. Тимирязевым и Д. Н. Прянишниковым, однако о них мало кто знал.

В то время чилийская селитра была единственным азотным удобрением. Росла потребность в ней для производства взрывчатых веществ, азотной кислоты, без которой нельзя было изготовить красители, лекарства. Селитра становится дефицитным материалом. И химики усиливают поиски способа связывания атмосферного азота.

Джонатан Свифт в знаменитых «Путешествиях Гулливера» описал одну из лабораторий академии Лагадо, в которой, по его мнению, ученые занимались удивительными, но бесплодными диковинами: «сгущали воздух в вещество сухое и осязаемое, извлекая из него селитру...». Но если во времена Свифта можно было смеяться над идеей получения селитры из воздуха, то в начале XX века для химиков это было уже реальностью. Вышедший в 1911 году труд русского ученого А. В. Сапожникова так и назывался: «Азотная кислота и селитра из воздуха».

Сначала ученых привлек электродуговой метод связывания атмосферного азота. Ведь образуются же окислы азота в воздухе при грозах! Был даже построен завод в Скандинавии, где получали азотную кислоту, используя Вольтову дугу. Но метод этот был признан неэффективным. И тогда в центре внимания оказался аммиак — соединение, в котором атом азота связан с тремя атомами водорода.

В оазисе Аммониум в Ливийской пустыне издавна получали аммонийные соли, сжигая верблюжий навоз. При распаде этих соединений образовывался газ, который и называли аммиаком.

С развитием коксохимической промышленности аммиак, выделяющийся при коксовании угля, стали улавливать и затем в форме сульфата аммония использовать как удобрение. Однако перерабатывать каменный уголь ради аммиака не имело смысла. Ведь его в угле в пересчете на азот не более двух процентов. И извлекали аммиак, естественно, лишь попутно при получении кокса. Таким образом, и этот источник азота имел ограниченное значение.

И все же именно аммиак был той волшебной палочкой, которая открыла путь азотной промышленности. А дал эту палочку в руки людям каталитический синтез аммиака из водорода и азота. Хотя осуществить его оказалось непросто. Это удалось в 1913 году немецкому химику Ф. Габеру, которому впоследствии за синтез аммиака была присуждена Нобелевская премия.

Процесс получения аммиака ускорялся катализатором. Об удивительных ускорителях когда-то мечтал английский писатель-фантаст Герберт Уэллс. Герой одного из его произведений ученый Гебберн изобрел чудесные капли. Стоило человеку принять их, как все процессы в его организме убыстрялись в сотни раз. Человек получал возможность шагать с огромной скоростью. Но это была фантастика, а вот химики действительно научились подчинять себе химические реакции, ускорять их и заставлять протекать в нужном направлении. И в этом им помогли катализаторы.

В начале прошлого века, как раз в то время, когда наполеоновские войска с позором изгонялись из России, во Франции химик Луи Жак Тенар занимался разложением аммиака с помощью различных металлов. Ему удалось установить, что легче всего аммиак разлагается в присутствии железа. Вот об этом-то и вспомнили химики столетие спу-

стя, когда речь зашла о промышленном способе получения аммиака. Оказалось, что и реакция образования аммиака протекает тоже во много раз быстрее в присутствии железа.

Конечно, в промышленности синтеза аммиака применяют не листовое железо. Железный катализатор делают пористым, чтобы он имел большую удельную поверхность (то есть поверхность, приходящуюся на один грамм массы). В ходе приготовления к нему добавляют в небольших количествах оксиды калия, алюминия и некоторых других элементов. Эти добавки получили название промоторов, они повышают активность и устойчивость катализатора в работе.

Применение катализатора позволяет проводить процесс синтеза аммиака при температуре около 500 градусов и при давлении 300 атмосфер. При этих оптимальных условиях работает большинство современных производств синтеза аммиака. Ныне в мире свыше 80 процентов потребления азота приходится на долю синтетического аммиака. На нем зиждется весь производственный цикл азотно-туковых заводов.

Синтетический аммиак — основной продукт Северодонецкого производственного объединения «Азот». На многие километры протянулись эстакады, на которых уложены трубопроводы. По ним передаются пар и химическое сырье. Сырьем в производстве аммиака является азотоводородная смесь. Азот получают из воздуха путем глубокого охлаждения, а водород — из природного газа.

Аммиак рождается в колонне синтеза — стальном цилиндре с толстыми стенками и высотой до 18 метров. При обычных температурах водород и тем более азот ведут себя инертно: слишком прочна химическая связь между атомами в молекулах

этих элементов. Однако при высоких температурах и давлениях, когда эта связь нарушается, они становятся активными. Водород соединяется с содержащимся в стали углеродом. Происходит так называемое обезуглероживание стали. Азот же и аммиак нитруют сталь. Поэтому и изготавливают колонны из хромоникелевой стали с добавками титана.

Большая часть аммиака перерабатывается в аммиачную селитру — ценнейшее азотное удобрение. Но прежде из него нужно еще выработать азотную кислоту. Две трети азотной кислоты используется в производстве минеральных удобрений и нитратов. Кроме того, это драгоценнейший полупродукт для получения красок и лекарств, пластмасс и лаков, серной кислоты и взрывчатых веществ.

Когда-то азотную кислоту получали путем нагревания селитры в смеси с железным купоросом. С ее помощью отличали чистое золото от фальшивого. Делали это так. На золото капали азотной кислотой, и если в нем была примесь меди, она растворялась в кислоте, появлялись зеленые пятна. На чистое же золото азотная кислота не действует. В XVIII веке химики научились получать азотную кислоту перегонкой селитры с серной кислотой. Этот метод очень подробно описал Жюль Верн в своем романе «Таинственный остров». И лишь в начале XX века был разработан способ получения азотной кислоты из аммиака, способ, который положен ныне в основу ее технологии во всем мире. Основателем отечественного производства азотной кислоты из аммиака был русский ученый и инженер И. И. Андреев.

Во время первой мировой войны русские войска испытывали острый недостаток в боеприпасах. Для изготовления взрывчатых веществ нужна была

азотная кислота. До войны ее получали из чилийской селитры. Но во время войны германские суда и подводные лодки блокировали все морские пути, и поставки селитры из Южной Америки в Россию прекратились. В это время в Петрограде И. И. Андреевым и был разработан новый метод получения азотной кислоты путем окисления аммиака. Он предложил оригинальную конструкцию контактного аппарата. Реакция проходила в присутствии катализатора — платиновой сетки.

Для опытной проверки своего метода И. И. Андреев осенью 1915 года приехал в Донбасс, где аммиак коксовых печей тогда выбрасывали на ветер. В Макеевке на коксохимическом заводе бельгийской фирмы возле рекуперативных коксовых печей и была построена опытная установка. На ней получили азотную кислоту хорошего качества.

Данные о работе этой установки легли в основу проекта первого отечественного азотного завода. Завод этот решили строить в Юзовке, имея в виду близость к основному источнику сырья. Строительство началось весной 1916 года на площадке, арендованной у Новосмоляниновского рудника и находившейся в четырех километрах от Юзовки. И. И. Андреев был назначен консультантом, а строительством руководили инженеры Н. М. Кулепетов, И. В. Гервасиев и А. К. Колосов. Одновременно с этим проектом рассмотрели и проект подобного завода, предложенный английскими и норвежскими дельцами. Русский вариант был признан наиболее оптимальным.

При воплощении проекта возникло много трудностей. Началось с того, что частные фирмы отказались от изготовления большой партии кислотоупорного кирпича, который требовался для возведения башен, поглощающих окислы азота. Однако

талантливый исследователь и тут нашел выход: предложил соорудить башни из кислотоупорного гранита. И впоследствии они выдержали испытание. Одновременно велись поиски кислотостойких цемента, связывающих гранит. Очень тонкую, почти ювелирную работу пришлось выполнить, чтобы сделать катализатор — платиновую сетку. В изготовлении ее на Московской металлоткацкой фабрике принимал участие и сам И. И. Андреев.

К началу 1917 года строительство завода было завершено. 22 февраля Н. М. Кулепетов докладывал в Петроград: «Юзовский азотный завод пущен в ход». В последующем рапорте он писал: «Достигнуты в высшей степени блестящие результаты, контактные аппараты восхитительны». Предприятие начало вырабатывать азотную кислоту и аммиачную селитру. Опыт этого завода был затем использован при создании подобных предприятий в нашей стране в годы первых пятилеток.

Как же идет процесс получения азотной кислоты? Газы — аммиак и кислород — из смесителя поступают в контактный аппарат. Внутри его — большая ажурная сетка, сотканная из тончайших металлических нитей платинового сплава. Платина — один из самых активных катализаторов для различных химических процессов, в том числе для процесса окисления аммиака. Без платинового катализатора молекулы аммиака не стали бы вступать в химическую реакцию с молекулами кислорода. Не помогла бы и высокая температура — почти 1000 градусов, которая поддерживается в контактном аппарате. А на тонких платиновых проволоках реакция протекает почти мгновенно, в доли секунды из аммиака и кислорода рождается окись азота. Этот продукт в специальных башнях затем обогащается кислородом и превращается в двуокись

азота. Теперь остается лишь растворить ее в воде. Поэтому из башни двуокись азота направляют в стальные цилиндры, в которых навстречу ей течет вода. Процесс поглощения газов водой обычно осуществляют при повышенном давлении.

Из азотной кислоты и аммиака получают аммиачную селитру. Это ценнейшее удобрение занимает первое место в производстве азотных удобрений в Донбассе. Его вырабатывают производственные объединения «Азот» в Северодонцке и «Стирол» в Горловке.

В аммиачной селитре азот находится в аммонийной и нитратной формах. Азот аммонийный усваивается растениями медленно и действует в течение продолжительного времени. Азот же нитратный усваивается быстро. В этом заключается эффективность действия аммиачной селитры. Правда, есть у нее и недостатки: слеживаемость и гигроскопичность. Поэтому химики сейчас выпускают ее в гранулах. У гранул поверхность меньше, чем у кристаллов, поэтому они менее активно поглощают влагу из воздуха, а значит, и меньше слеживаются. В то же время гранулированная селитра хорошо рассеивается по полю, ее удобнее хранить и перевозить.

Аммиак пропускают в большие железные баки (нейтрализаторы), наполненные азотной кислотой. В них и образуется раствор аммиачной селитры. Но это еще только прообраз будущего удобрения. Чтобы получить сухую селитру, в специальном выпарном аппарате из раствора удаляют влагу. Когда раствор станет гуще, делается как сироп, его направляют в охлаждаемый изнутри барабан — кристаллизатор, где начинают выпадать кристаллы. Их сушат в другом барабане, сушильном.

Гранулирование селитры ведут в башнях высотой до 30 метров, которые сооружают из листового алюминия. Горячий раствор селитры непрерывно поступает в быстро вращающийся разбрызгиватель, расположенный в верхней части башни. На стенках разбрызгивателя около 3000 отверстий диаметром 1,5 миллиметра. Снизу в башню подается воздух. При падении, соприкасаясь с холодным воздухом, капли раствора охлаждаются и затвердевают. Гранулы удобрения, словно летающие крупинки града, падают в бункер.

Другое эффективное азотное удобрение — карбамид, или, как его еще называют, мочеви́на. Синтезируют ее из аммиака и двуокиси углерода. Изучение этой реакции было начато еще в 1870 году русским химиком А. И. Базаровым. Чистый карбамид содержит 46,6 процента азота, имеет вид бесцветных кристаллов, менее гигроскопичен, чем аммиачная селитра, и меньше слеживается. Он сначала нейтрализует почву, а потом подкисляет ее. Карбамид используется также для подкормки жвачных животных, это один из важнейших видов сырья для производства пластмасс.

И мочеви́на, и селитра — производные аммиака. Но и сам аммиак оказался великолепным удобрением. В последние годы в сельском хозяйстве стали широко применять жидкие азотные удобрения: жидкий аммиак, водный аммиак, или аммиачную воду, аммиакаты. Жидкий аммиак — наиболее концентрированное из всех азотных удобрений — в нем 99,8 процента аммиака. Водный раствор аммиака, в котором его 20—25 процентов, готовят из синтетического (газообразного) аммиака, а также аммиака, содержащегося в коксовом газе, растворяя его в очищенной воде, чтобы предотвратить выпадение солей. Аммиакаты, растворы в аммиачной

воде различных азотсодержащих веществ: аммиачной или кальциевой селитры, карбамида, карбоната аммония,—это бесцветные или желтоватые жидкости с сильным запахом аммиака. Хранят и перевозят жидкие азотные удобрения в закрытых емкостях и цистернах под давлением. В почву при вспашке, культивации или подкормке их вносят специальными машинами.

Из аммиака коксохимических производств путем его взаимодействия с серной кислотой получают еще одно удобрение — сульфат аммония. Он хорошо растворяется в воде, наименее гигроскопичен из всех азотных удобрений. Сульфат аммония — физиологически кислое удобрение, при длительном применении заметно подкисляет почву. Особенно благоприятно его применение на почвах, насыщенных основаниями,— черноземах, сероземах, каштановых.

И все же метод фиксации связанного азота каталитическим путем из азота и водорода сложен и дорог. Поэтому ученые продолжают поиски. Интересен и перспективен плазмохимический метод связывания азота: в генераторе плазмы — плазмотроне — азот воздуха окисляют, затем окислы азота поглощают водой в абсорбере. Образуется азотная кислота. Предсказывают большое будущее и так называемым мягким методам связывания азота без высоких температур и давлений. Азот связывают с помощью металлов титана, ванадия, хрома, железа, с которыми он образует комплексные соединения, разлагаемые водой до аммиака. И, наконец, химики научились выращивать в искусственных условиях бактерии, способные связывать азот воздуха, и на их основе готовить бактериальное удобрение нитрагин. Его выпускает сейчас целый ряд заводов страны.

Но азот — это лишь один из трех наиболее важных в жизнедеятельности растений элементов, один из трех богатырей. Им нужны еще фосфор и калий.

Как-то было замечено, что на пустырях возле металлургических заводов, куда выбрасывались шлаки, образующиеся при переработке фосфористого чугуна в кислородных конвертерах, начинала бурно расти трава. Этим заинтересовались химики и выяснили, что шлаки — отличное сырье для удобрений: они содержат фосфор, оксид кальция и другие вещества, играющие немалую роль в повышении плодородия почв. Выпуск удобрений из шлаков на Украине освоен на ждановском металлургическом заводе «Азовсталь». В одиннадцатой пятилетке потребителям была отгружена десятимиллионная тонна азовстальского фосфат-шлака.

Фосфор — второй по значимости элемент после азота, который требуется растениям уже с момента прорастания посаженного зерна. Он не только способствует повышению урожая, но и увеличивает содержание крахмала в картофеле и сахара во фруктах, в виде сложных соединений входит в состав клеток.

С фосфором связано много легенд, суеверных преданий, предрассудков. Это и мерцающие огоньки на болотах, это и блуждающие огни на кладбищах. Ученые объясняют их воспламенением на воздухе фосфорного водорода, образующегося при гниении отмерших растительных и животных организмов. Фосфор был впервые получен в 1669 году гамбургским алхимиком Г. Брандтом. Однажды, прокаливая с песком сухой остаток от выпаривания мочи, он нашел на дне реторты белое вещество, которое светилось в темноте. Это и был фосфор.

У писателя Конан Дойля этот элемент попал даже в загадочную детективную историю с собакой

Баскервилей. Почему же светилась голубоватым пламенем огромная пасть собаки, измазанная фосфором? Почему он вообще светится? Дело в том, что пары белого фосфора окисляются, выделяя при этом большую энергию. Она возбуждает атомы фосфора, благодаря чему и возникает свечение.

Но и кроме свечения у этого элемента оказалось множество ценных качеств. Фосфор — основная составляющая часть костей, где он содержится в виде фосфорно-кислого кальция. Академик А. Е. Ферсман подсчитал как-то: с куском хлеба весом в 100 граммов мы съедаем столько атомов фосфора, что если их вытянуть в цепочку, то такой цепочкой можно было бы 250 раз опоясать земной шар. И, конечно, огромна роль фосфора в жизни растений. Он находится в почве в основном в виде нерастворимых солей: фосфатов кальция, алюминия и железа, а из этих солей растения не могут его усваивать. Им нужны фосфорные удобрения, производство которых ныне — одна из крупнейших отраслей химической промышленности.

Основу первых фосфорных удобрений составляли кости. Ценились они достаточно высоко. Так, например, после наполеоновских войн гордые победители — англичане взимали контрибуцию с побежденных их собственными костями. Скелеты массами вывозились с полей битв для того, чтобы превратиться в костную муку и рассыпаться прахом по полям Альбиона.

Первое искусственное удобрение, содержащее фосфор, — суперфосфат — в середине XVIII века англичанин Лоуз изготовил действием серной кислоты на кости и выяснил, что он легко усваивается растениями. Несколько позже суперфосфат стали получать при обработке минеральных фосфатов серной кислотой.

До революции скудные запросы сельского хозяйства в фосфорных удобрениях обеспечивали пять-шесть отечественных заводиков, изготавливавших примитивные фосфорные туки. Впрочем, сырье для них — фосфориты и серные колчеданы — почти полностью ввозились из-за границы. Считалось, что в России вообще нет подходящего сырья для производства минеральных удобрений да и само их применение невыгодно и нецелесообразно.

Большой вклад в разработку теоретических и практических основ использования фосфорных удобрений внесли Д. И. Менделеев, Д. Н. Прянишников, А. Н. Энгельгардт, П. А. Костычев, К. К. Гедройц и другие ученые. Опыты Д. И. Менделеева, в том числе с фосфатами, позволили впервые наметить зоны эффективного действия удобрений. Огромное значение имели работы лаборатории Д. Н. Прянишникова, где не только изучалось действие различных форм фосфорных удобрений, но и велись опыты по технологии переработки фосфоритов в суперфосфат, преципитат и термофосфаты.

А индустрия фосфатных туков у нас в стране была создана лишь после Великой Октябрьской социалистической революции. Неисчерпаемым источником сырья для их производства стали залежи апатитов на Кольском полуострове, открытые академиком А. Е. Ферсманом.

Он писал: «Апатит в основном соединение фосфорной кислоты и кальция. Внешний вид этого минерала так разнообразен и странен, что старые минералоги называли его апатитом, что значит по-гречески „обманщик“». Из апатитов и фосфоритов и вырабатывают все виды фосфорных удобрений. В Донбассе их получают на Константиновском химическом заводе.

Из вагонов апатитовый порошок подают транспортерами в специальные хранилища — огромные башни высотой с многоэтажный дом. Оттуда сырье определенными отвешенными порциями поступает в реактор. Туда же заливается серная кислота, и при перемешивании идет химическая реакция образования суперфосфата. Полужидкую смесь выливают в специальную камеру, где она кристаллизуется и вызревает. Процесс образования суперфосфата закончен. Теперь нужно только его измельчить в порошок, и удобрение готово. Оно хорошо растворяется в воде и усваивается растениями. И все же суперфосфат в виде порошка сейчас применяют все реже и реже. Обычно его выпускают в виде гранул, которые растворяются медленнее, дольше задерживаются в почве, и нужно их в три раза меньше, чем порошка.

В фосфатах содержатся также соли фтористоводородной кислоты, и при обработке фосфатов серной кислотой выделяется фтористый водород. Газы отсасывают вентилятором и из них извлекают ценный химический продукт — фтор и его соединения. Азотно-кислая переработка фосфатов дает фосфорно-азотно-кислые и фосфорно-азотно-калийные удобрения (нитрофосы, нитрофоски и др.). Развиваются и электротермические методы переработки фосфатов с получением элементарного фосфора, часть которого используется для изготовления концентрированных фосфоросодержащих удобрений.

Интересно, что фосфат аммония, который выпускают химические заводы как удобрение, нашел применение и как средство.... пожаротушения. Во Всесоюзном научно-исследовательском институте горно-спасательного дела, расположенном в Донецке, изобретены специальные порошки для огнетушения, которые могут гасить все горящее: дерево,

уголь, газы. Для одного из порошков и выбрана смесь фосфатов аммония. Чтобы придать ей водоотталкивающие свойства и защитить от слеживания, в смесь вводят гидрофобные добавки. Эти порошки гасят пожары там, где бессильны фреоновые и бромэтиловые огнетушители, в частности они используются при тушении пожаров в шахтах.

Особо надо сказать о калийных удобрениях. Агрономы говорят, что если азот определяет количество урожая, то калий — его качество. Речь идет о том активном влиянии на белковый и углеводный обмен, идущий в растении, которое оказывает калий. Он способствует образованию сахара, крахмала, жиров, белков и других веществ. И не даром, если сжечь растение, в золе мы обнаружим поташ — углекалиевую соль.

До революции калийные удобрения привозились к нам из Германии, с издавна известных Страсбургских соляных залежей. Теперь их производство в нашей стране базируется на залежах калийных солей возле Соликамска на Урале, в Западной Украине, Белоруссии.

Калийные удобрения получают обычно из сильвинита — смеси хлористого калия и хлористого натрия. Соликамские сильвиниты содержат около 30 процентов хлористого калия. Обе эти соли растворяются в холодной воде почти одинаково, но с повышением температуры растворимость хлористого калия возрастает. И при последующем охлаждении из насыщенного раствора выпадает в осадок почти чистый хлористый калий. Для того чтобы калийные удобрения не слеживались, к ним добавляют жирные амины или другие вещества. В качестве местного калийного удобрения можно использовать и цементную пыль, если она содержит значительный процент калия.

Но растению необходимы, хоть и в небольших количествах, и другие химические элементы — бор, медь, магний, марганец, молибден, кобальт. Интересно, что в картофельных клубнях обнаружен даже... мышьяк в количестве сотых долей миллиграмма. Из-за очень малой доли этих веществ в растениях (до одного процента общего веса) они получили название микроэлементов. Как только в почве их не хватает, растения заболевают. Пустозернистость злаков, сердцевидная гниль свеклы, пробковая пятнистость яблок — все эти болезни связаны с недостатком в почве микроэлементов.

Одним из создателей учения о микроэлементах считается академик В. И. Вернадский. Советскими учеными разработаны различные способы внесения микроэлементов в почву: при предпосевной обработке семян, вместе с основными минеральными удобрениями. Готовят микроудобрения и в виде специальных труднорастворимых стекол-фриттов, которые содержат многие из нужных элементов и постепенно отдают их почве. Микроэлементы оказывают большое влияние на сроки созревания и урожайность, усиливают дыхание растений.

В 1973 году Советский Союз вышел на первое место в мире по выпуску минеральных удобрений. Тем не менее и ныне объем поставок не позволяет колхозам и совхозам вносить их в достаточном количестве, особенно под зерновые и кормовые культуры. В двенадцатой пятилетке выпуск минеральных удобрений значительно возрастет и в 1990 году составит 41—43 миллиона тонн. Комплексной программой химизации народного хозяйства СССР на период до 2000 года намечено на базе широкого использования достижений науки и техники улучшить их структуру и качество, расширить ассортимент.

В будущем, по мнению ученых, главным направлением станет создание новых сложных удобрений с высокой концентрацией питательных элементов (до 70 процентов). Появятся длительно действующие удобрения, в состав которых войдут микроэлементы и биостимуляторы роста растений. Вполне возможно, что на поля удобрения будут перекачиваться по трубопроводам.

Минеральные удобрения — важное слагаемое интенсивной технологии. Опыт передовых хозяйств Донбасса свидетельствует, что при умелом использовании каждый центнер стандартных туков обеспечивает дополнительно 1—2 центнера зерна.

ЗАЩИТНИКИ УРОЖАЯ

Но урожай еще нужно защищать. Ведь не успеют хлеба окрепнуть, как зловеще поднимают свои серо-зеленые головы сорняки, отбирая у злаков скудные запасы почвенной влаги и питательных элементов. А грызуны? Подсчитано, что одна пара грызунов за год съедает полтора пуда зерна. Армия вредителей урожая многочисленна. Кроме грызунов, это и гусеницы, и клещи, и черви, и грибки.

Когда-то подлинным бичом была саранча, этот хищник, опустошавший целые губернии царской России. Вспомним, что летом 1824 года А. С. Пушкин, определенный в канцелярию новороссийского генерал-губернатора, получил за его подписью отношение, в котором ему предлагалось отправиться в уезды «с целью удостовериться в количестве появившейся в Херсонской губернии саранчи, равно и о том, с каким успехом исполняются меры к истреблению оной». Поэт воспринял это распоряжение как оскорбление и вместо отчета представил

знаменитые стихи «Саранча летела...». В критическом духе отзывался о себе как о «неукротимом борце с саранчой» и герой известного романа В. Каверина «Два капитана» Александр Григорьев. Сейчас саранча нашим полям не страшна. Но Советский Союз имеет специальные договоры с некоторыми африканскими и азиатскими странами и помогает им в борьбе с летающей бедой.

Мировые потери урожая от вредителей и болезней растений составляют сотни миллионов тонн в год. В нашей стране, по подсчетам экономистов, потенциальный недобор зерна превышает 25 миллионов тонн в год, что обходится колхозам и совхозам в два миллиарда рублей. На пять миллионов тонн снижается из-за болезней урожай картофеля. Более миллиона тонн теряется хлопка-сырца. Если бы не вредители и болезни, урожай сахарной свеклы был бы гораздо выше и сахарные заводы давали бы ежегодно дополнительно по 4,5 килограмма сахара на каждого человека.

Для борьбы с вредителями химики создали препараты, получившие название пестицидов (от латинских слов «пестис» — зараза и «цидо» — убиваю). Среди них выделяют: инсектициды (убивающие насекомых), фунгициды (убивающие грибы), гербициды (убивающие сорную траву).

Как это ни покажется странным, но одними из первых гербицидов были... удобрения. Заметили, что если на поля вносить повышенное количество суперфосфата или сульфата калия, то при интенсивном росте культурных растений рост сорняков угнетается. До второй мировой войны широко применялись в основном неорганические ядохимикаты — соединения мышьяка, меди, серы и другие. В последние десятилетия все большее распространение находят органические ядохимикаты, и глав-

ным образом хлорпроизводные. Они не только менее вредны для человека и сельскохозяйственных животных, но и более универсальны.

Современная химия предлагает сельскому хозяйству большой выбор инсектицидов. Один из самых известных среди них — гексахлоран. Это вещество было получено Фарадеем еще в 1825 году, более ста лет исследовалось химиками, не подозревавшими о его чудесных свойствах. И лишь после 1935 года, когда им занялись биологи, этот инсектицид стал выпускаться в промышленных масштабах.

Инсектициды употребляются в виде порошков (дустов), жидкой кашицы, растворов и эмульсий. Требования к ним весьма разносторонние. Они должны быть максимально токсичны для вредителей, но минимально для человека. Нужны яды универсальные и в то же время селективные, чтобы не страдали полезные насекомые. Ведь на земле живет примерно миллиард миллиардов насекомых. Из этого огромного множества 99,9 процента, с точки зрения человека, либо безвредны, либо полезны. Вред приносят остающиеся 0,1 процента. А ведь пока большинство пестицидов уничтожает без разбора и врагов и друзей.

Химизация сельского хозяйства в нашей стране предусматривает создание комплексной научной программы «Пестициды». Она обеспечит не только задачи синтеза новых препаратов, но и проверку и изучение их свойств, контроль за их применением, пути охраны людей и окружающей среды от возможного вредного химического воздействия пестицидов. Наряду с изысканием новых проводятся длительные химические, биологические, агрохимические и медицинские испытания синтезированных препаратов.

Производство многих современных химикатов, а также их разработка мало чем отличаются от условий, существующих в фармацевтической промышленности. Это предопределяет высокую стоимость препаратов и объясняет, почему в мире ни одна страна не производит их полного набора, а широко используется международное разделение труда. В частности, такое разделение труда активно развивается в рамках СЭВ.

Сельское хозяйство получило и такие химикаты, которые не отпугивают и не уничтожают вредных насекомых, а только делают продукт несъедобным для них. Это так называемые антифинги — препараты, препятствующие уничтожению продуктов насекомыми. Предшественниками их являются известные еще с 1928 года средства защиты шерсти от моли.

В последнее время все шире практикуются биологические методы защиты растений. В мире животных есть непримиримые враги. Человек издавна пытался использовать это в своих интересах, достаточно вспомнить приручение дикой кошки для защиты пищевых продуктов от грызунов. А муравьи для борьбы с вредными насекомыми на цитрусовых плантациях! Поэтому все естественные враги наших врагов — наши помощники в охране урожая. Это и птицы, и лягушки, и насекомые, и бактерии.

Живые инсектициды гораздо дешевле и проще в применении, чем химические. Они получили название энтомофагов. Один из них — трихограмма (мелкая мушка, откладывающая свои яйца в яйца других насекомых) — уничтожает 200 видов насекомых-вредителей. Под Кишиневом уже работает первая в Советском Союзе фабрика, выпускающая 15 миллионов трихограмм в сутки. Такие же биофабрики строятся во многих городах страны.

Найден наконец природный враг колорадского жука — хищные клопы. Опыты, проведенные сотрудниками Всесоюзного научно-исследовательского института биологических методов защиты растений ВАСХНИЛа на полях Молдавии, показали, что клопы способны серьезно потеснить злейшего врага картофеля и баклажанов. Украинские ученые разработали препарат мускардинного гриба — боверин, который эффективен против яблоневой и восточной плодожорки, а также и против колорадского жука.

Ранней весной посевы озимой пшеницы в Донбассе сильно страдают от атак проголодавшихся за зиму мышевидных грызунов. Защите озимого поля служит препарат бактероденцид. Он готовится на основе бактерий из рода сальмонелл и вызывает у грызунов заболевание, подобное тифу. После обработки этим препаратом лесополос, стогов, скирд и других мест численность вредителей резко снижается.

Значительный ущерб урожаю хлопка наносит вилт — опаснейшая болезнь, вызываемая грибом вертициллом. Давно ведется с ним борьба, но коварная невидимка, принимая все новые обличья, поражает и считавшиеся ранее болезнеустойчивыми сорта хлопчатника. И на помощь пришли микробиологи. Они разработали новый биологический препарат: порошок, состоящий из крупных спор живого грибка вертицилла. В необходимых дозах селекционеры вносят его в почву. Создается так называемый искусственный инфекционный фон. На зараженной грибом почве выживают лишь немногие, самые стойкие к вилту растения. В руках селекционера появилось средство для отбора и выведения новых устойчивых сортов. Микробиологи разработали технологию изготовления препарата из

любой формы грибка вертицилла. Это важно — ведь разные сорта хлопчатника поражаются теми или иными его разновидностями.

ЭЛИКСИРЫ ДЛЯ РАСТЕНИЙ

Помните огромную репку из известной сказки? Люди издавна мечтали о чудесном эликсире, с помощью которого можно выращивать гигантские растения. Представьте метровую морковь, коноплю, до вершины которой без лестницы не дотянуться... Это уже не из сказок, а из научных отчетов. Химики нашли вещества, которые позволяют управлять ростом растений. Синтезировано не менее 4 тысяч различных регуляторов роста, которые называли фитогормонами (ростовыми).

На сегодняшний день наиболее изученным фитогормоном является ауксин, открытый в конце 20-х годов советским ученым Н. Г. Холодным. Установлено, что он обычно образуется в растущих тканях, стимулирующе действует на деление клеток, не только ускоряет рост, цветение и плодоношение растений, но и повышает их устойчивость и жизнеспособность. В больших концентрациях оказывает прямо противоположный эффект. Может намного удлинить, а при внезапных весенних заморозках затормозить распускание почек и цветение. В холодных районах с коротким летом это позволяет выращивать ускоренным методом овощи и фрукты.

Особенно богаты ауксином растущие плоды, молодые листья, верхушки стебля, зародыши в семенах. Растения часто получают его от своих сожителей-паразитов (симбионтов). Интересно, что и образование клубеньков на корнях бобовых про-

исходит под действием ауксина, синтезируемого клубеньковыми бактериями.

В Юго-Восточной Азии когда-то была распространена болезнь риса, которая называлась бакане («бешеные всходы», «глупый рис»): пораженные растения чрезмерно вытягивались, обгоняли в росте здоровые. Японские ученые установили, что возбудителем болезни является фитопатогенный грибок, выделяющий в ткани растения какое-то физиологически активное вещество. По имени гриба это вещество было названо гибберелином, оно, как и ауксин, оказалось органической кислотой. На сегодняшний день из растений и микроорганизмов выделено более 50 различных гибберелинов. Они влияют на развитие и рост растений, особенно интенсифицируют рост стебля.

Очень эффективным оказалось их действие на карликовые растения, которые в отличие от нормальных имеют короткий стебель. Карликовость — наследственно передающийся признак, возникающий в результате мутаций — стойких изменений наследственной структуры. И вот оказалось, что под действием даже незначительных доз внесенного извне гибберелина карликовость исчезает. Растение развивается нормально.

Важна роль этих фитогормонов в процессах прорастания и цветения. У всех растений есть так называемое состояние покоя — ценное приспособительное свойство, позволяющее переносить неблагоприятные условия внешней среды. Чтобы вывести растение из состояния покоя, нужен как бы сигнал. Таким своеобразным химическим сигналом служит обработка гибберелинами.

В южных районах страны урожай картофеля можно получать дважды в год. Однако сохранить клубни прошлого года до момента второй посадки

практически невозможно, в то же время свежесобранные клубни первого урожая находятся в состоянии глубокого покоя. Но если их погрузить всего на полчаса в раствор, содержащий гибберелин и тиомочевину, то состояние покоя у клубней прерывается, и через четыре-пять дней они начинают прорастать.

А иногда очень важно продлить состояние покоя. Это связано с хранением сельскохозяйственной продукции — овощей и фруктов. В картофелехранилищах клубни картофеля уже в марте — апреле начинают прорастать. А удаление глазков — длительная ручная работа. В Институте биохимии АН СССР под руководством профессора Л. В. Менлицкого разработан препарат, тормозящий прорастание картофеля, — гидрол. Это жидкость, которая при распылении выделяет летучие вещества. Опытное опрыскивание гидролом на Буденновской базе комбината Донецкплодоовощхоза показало, что прорастание картофеля уменьшается на 10—12 процентов, а ростки становятся меньше в 3—4 раза.

В пятидесятых годах из сердцевинной ткани стебля табака был выделен еще один фитогормон — цитокинин. Он вызывает активное деление клеток, с его помощью можно стимулировать начало цветения, влиять на пол цветка. Цитокинины присутствуют практически во всех частях растения, но особенно богаты ими зоны деления развивающихся плодов и кончик корня, где они, видимо, синтезируются.

Расшифровывая таинственные гормоны растений и устанавливая их структуру, химики пытаются синтезировать эти соединения. Такие попытки многочисленны, особенно поиск обладающих ауксиновой активностью веществ, число которых сегодня составляет несколько сотен. Менее успешен поиск

синтетических гибберелинов: у них сложная структура молекулы, поэтому их получают главным образом микробиологическим синтезом.

Вещества, обладающие антигибберелиновой активностью, получили название ретардантов — замедлителей роста. Это очень интересные соединения. Они вызывают обычно укорачивание и утолщение стебля, рост корневой системы, увеличивают интенсивность зеленой окраски листьев. И вместе с тем не влияют на органы плодоношения и, что особенно важно, часто повышают продуктивность растений.

Всегда приятно, когда в комнате на столе стоит ваза с цветами. Чтобы продлить жизнь срезанных цветов, рекомендуют растворить в воде таблетку аспирина или поваренную соль. А еще более эффективен препарат «Нора», в состав которого входит алар: в воде не будут размножаться гнилостные бактерии, и букеты гвоздик или роз дольше порадуют нас своей свежестью.

У других биологически активных соединений обнаружена дефолирующая активность — способность удалять листья. Из года в год, из века в век люди вручную обирали кусты хлопчатника. Это тяжелая изнурительная работа. А чтобы пустить хлопкоуборочные машины, нужно было убрать зеленые листья. Теперь за несколько дней до раскрытия коробочек плантации хлопчатника обрабатывают дефолиантом, листья с кустов опадают, и хлопкоуборочные комбайны могут работать. Созданы также регуляторы, которыми обрабатывают ботву картофеля за 12—15 дней до уборки.

Такие препараты выпускает Рубежанское производственное объединение «Краситель». Здесь рождаются и многие другие эффективные препараты для сельского хозяйства. Вот, к примеру, ТУ.

Если им опрыскать цветочные кисти помидоров, опадание цветков прекращается, образуется больше завязей.

Химики стараются отвести такую беду, как полегание хлебов. Они изобрели препарат — хлор-холинхлорид, который более известен под названием «тур». Пшеница, обработанная туром, стоит свечой. Ее стебли становятся упругими, не боятся буйных ветров. Препарат этот нашел применение и на овощных плантациях, в садах, на виноградниках. Если обработать им клубнику, то у нее перестают расти усы и урожай удваивается. Виноградная лоза сильнее ветвится, легче переносит заморозки. Препарат этот быстро разлагается и не действует вредно на почву и растения, наблюдения и специальные исследования показали, что на полях, опрыснутых туром, не страдают ни насекомые, ни животные.

ЗАБОТЛИВАЯ ПОМОЩНИЦА

Прочное место в нашем быту занимает теперь химия. Она стирает белье и чистит кухонную утварь, красит стены и доводит до блеска полы, обновляет ковры и одежду, помогает ухаживать за растениями. А ведь все это — освобождение от многих забот, сбереженные часы, которые можно посвятить любимому делу или отдыху. Товары бытовой химии становятся все более популярными, расширяются области их применения, растет годовой объем их производства.

Ну и, конечно же, ни одна семья не обходится без лекарств, витаминов и... без пищи. Да, да, и в проблеме пищи слово химии становится все более весомым.

ВОЛШЕБНЫЙ КУЛИНАР

В пищу, необходимую человеку для жизни, входит пять групп веществ: белки, жиры, углеводы, витамины и минеральные соли. И еще вода. Все процессы в нашем организме протекают в водной среде и с участием воды. В нашем теле ее свыше 65 процентов, без нее мы не можем прожить и несколько дней. С водой в наш организм попадают и различные необходимые нам минеральные соли, а через них — нужные организму металлы, фосфор, фтор, различные микроэлементы в совсем малых количествах. У каждого элемента своя задача.

Натрий идет в кровь. Кровь у нас соленая благодаря хлористому натрию (поваренной соли). Калий вместе с тем же натрием необходим для мозга и нервов. Ионы натрия и калия перемещаются по нервным клеткам и создают электрохимический ионный ток. Фосфор и кальций входят в состав наших костей. Фосфор, кроме того, входит в состав наших мышц. Аккумулятор энергии у человека и у всех животных — адезинотрифосфорная кислота. Когда человек работает, кислота эта распадается, отдавая заложенную в ней энергию. Нужен фосфор и каждому клеточному ядру, так как на содержащих фосфор нуклеиновых кислотах записана программа работы наших клеток, а также и программа построения всего организма — наследственность. Сера входит в состав белковых молекул. Йод необходим для нормальной работы щитовидной железы. Железо содержится в нашей крови, в ее гемоглобине — переносчике кислорода.

Пищей богов называли герои научно-фантастического романа Герберта Уэллса открытый ими продукт. Они добавляли его в корм животным и достигали того, что цыпленок вырастал до размеров страуса. В основу этой фантазии Уэллс положил открытие витаминов. А честь открытия витаминов принадлежит русскому врачу Н. И. Лунину. В 80-х годах прошлого века он провел серию опытов на животных и доказал, что в молоке, помимо белка, углеводов, жиров и солей, содержатся еще какие-то вещества, незаменимые для питания. Без этих компонентов невозможна жизнь.

В 1911 году польский биохимик Казимеж Функ выделил из рисовых отрубей кристаллическое вещество, излечивающее людей от страшного заболевания бери-бери, полиневрита, возникающего вследствие недостатка в пище витаминов. Функ назвал его

витамином — от латинского слова «вита» — жизнь и слова «амин» — аминокруппа. Позже витамины обнаружили и в других продуктах. Их стали обозначать в виде букв латинского алфавита: А, В, С... Сейчас известно свыше трех десятков витаминов. Это самые различные по составу и строению органические вещества, кроме углерода, водорода и кислорода в состав некоторых из них входят азот, сера и хлор. Они необходимы в процессах усвоения питательных веществ, роста и развития организма.

Витамин А — светло-желтые кристаллики. Он стимулирует образование клеток в организме, отсюда и его название — витамин роста. Его недостаток в организме вызывает куриную слепоту. Первый витамин группы В был выделен из рисовых отрубей, сейчас его называют витамином В₁. А всего витаминов группы В свыше пятнадцати. Особенно важную роль из них играет витамин В₁₂, стимулирующий процесс кроветворения в костном мозгу.

Осенью 1520 года корабли Фернана Магеллана держали путь к островам Пряности в Тихом океане. Впереди был лишь безграничный водный простор. Кончилось продовольствие, доедали последние сухари. Моряки сдирали со снастей обшивку из воловьей кожи, размачивали ее в воде, а потом жевали. Ели опилки. Крысы считались лакомством. Люди заболели, у них кровоточили десны, шатались и выпадали зубы, опухали ноги. С развитием мореплавания, особенно дальнего, вспышки цинги среди моряков, лишенных свежих овощей и фруктов, наблюдались очень часто. Это заболевание — следствие отсутствия витамина С, аскорбиновой кислоты. Ее выделяют из растений и получают синтетически. Из лимонного сока, богатого аскорбиновой кислотой, был выделен и другой витамин, излечивающий цингу, — витамин Р. В рыбных и молоч-

ных продуктах содержится витамин D — противорахитное средство.

Многие важные процессы в живом организме регулируют витамины группы E, называемые токоферолами. Их биологически активные свойства ученые установили в 30-е годы нашего столетия. Но долгое время токоферол оценивался как витамин размножения. И лишь в последние годы выяснилась его исключительно важная роль — он влияет на деятельность мозга, мышц, крови, легких, почек. В природе витамины группы E синтезируются только в растениях, где они принимают активное участие в фотосинтезе. Но в отличие от других витаминов (например, витамина C, который в большом количестве содержится в плодах шиповника) витамин E невозможно получить из каких-либо растений, исключение составляют зародыши семян пшеницы. Из масла пшеничных зародышей и получают витамин E. Другой путь его получения — сложный химический синтез.

Главные поставщики витаминов — растения. Но химики, раскрыв строение витаминов, организовали их производство на заводах. И весной, когда в пище резко снижается содержание витаминов, многие из нас употребляют витаминные препараты. Кроме того, некоторые виды пищи (маргарин, молочные продукты, конфеты, мука) искусственно обогащаются витаминами.

Огромную роль в биохимических процессах организма играют также ферменты. Они находятся в протоплазме клеток и ускоряют течение реакций в организме. С их помощью идет и синтез сложных веществ из простых. Человек издавна знал отдельные ферментативные процессы: квашение капусты, брожение хлебного теста, созревание сыра. Знал, но не умел объяснить. Сейчас ученые не только ра-

зобрались в механизме действия ферментов, вытекающем из их строения, но и выяснили, что в отличие от витаминов все ферменты — это белковые тела. Химики научились выделять ферменты в чистом виде, их стали получать на заводах. На Донецком пивоваренном заводе, например, построен цех по производству ферментного препарата инвертина, который применяется в кондитерской и хлебопекарной промышленности. Сырьем для изготовления ферментов служат пивные дрожжи, мышцы кролика, бычья поджелудочная железа, яичный белок, хрен.

Ферменты называют также биокатализаторами. Но они неизмеримо превосходят искусственные катализаторы во многих отношениях. Прежде всего — по силе действия. Ведь тысячи химических реакций протекают в живых организмах при участии ферментов без высоких температур и давлений в миллионы раз быстрее, чем в присутствии лучших химических катализаторов. Но наиболее важное преимущество ферментов — в поразительной рациональности действий: каждый преобразует в строго определенном направлении лишь одно или группу родственных соединений, не отвлекается на побочные реакции.

Но есть у ферментов и большой недостаток: они нестойки. Кроме того, их трудно отделить от продуктов реакции, то есть использовать многократно. И тут помогает метод так называемой иммобилизации ферментов: нестойкий фермент присоединяют при помощи прочных химических связей к полимерным носителям (ионообменным пластикам, производным клетчатки). Это похоже на прививку южных сортов яблонь к морозоустойчивым северным. Конечно, здесь более тонкий механизм. Такие иммобилизованные ферменты сохраняют каталити-

ческую активность и обладают большой стойкостью. Ученые считают, что они будут участвовать в решении проблем фиксации атмосферного азота, синтеза из углекислоты и природного газа жидкого органического топлива и других.

Главная сфера применения ферментов сегодня — животноводство. Введенные в состав рационов, они помогают организму животных, особенно в раннем возрасте, лучше переваривать и усваивать питательные вещества корма. Благодаря этому телята, поросята, ягнята и цыплята быстрее растут, среднесуточные привесы увеличиваются на 10—17 процентов. Кроме того, ферменты дают возможность повысить качество сочных кормов и полнее использовать на кормовые цели побочные продукты (например, солому).

Взрослому человеку нужно в сутки примерно 100 граммов белка, 100 граммов жиров и 400—500 граммов углеводов (крахмала и сахара). Естественно, эти нормы меняются в зависимости от характера выполняемой им работы.

Жиры бывают разные, но пищевое значение их в принципе одинаково, и они могут вполне заменять друг друга. Это сложные углеводородные соединения. Молекулу жира можно представить себе в виде серьги с тремя подвесками на коротеньком коромысле. Роль коромысла играет молекула глицерина, а к нему прицеплены три жирные кислоты. В животных жирах все углеводороды насыщенные, то есть у них все связи заполнены, у растительных есть так называемые ненасыщенные связи.

У жиров несколько замечательных особенностей. Одна из них — высокая температура кипения, благодаря чему жиры не испаряются с горячей сковородки. Другая особенность: с высокой температурой кипения сочетается довольно низкая температура

плавления — ниже нуля у растительного масла и близкая к температуре тела у животных жиров. Это имеет большое значение для кулинарии. Растительные масла хороши с холодными закусками, бараний жир — только для очень горячих блюд, коровье же масло тает во рту. Но самое важное свойство жиров — большая калорийность: в килограмме — 9300 калорий — трехсуточный энергетический паек среднего человека (в углеводах только 4000). Энергию дают нам атомы углерода и водорода, сгорая в кислороде. А именно эти элементы — основа жиров. Вместе с углеводами жиры составляют ту часть пищи, которая служит топливом нашего тела и дает ему тепло и работоспособность.

Узнав строение жиров, химики издавна стремились получить их искусственным путем. В конце 60-х годов прошлого века французское правительство объявило премию за изготовление дешевого заменителя натуральных жиров. Она была присуждена Меж-Мурье, который смешал говяжье сало, молоко и воду и получил искусственный жир, намазываемый на хлеб. Название своему открытию он дал от греческого слова «маргарин», что означает «жемчужина». В 1870 году начала действовать первая фабрика по производству маргарина.

Сейчас для производства маргарина используются главным образом твердые жиры. А так как в природе преобладают жиры жидкие, то химики научились переводить их в твердое состояние путем гидрирования в присутствии катализаторов. В гидрированные жиры вводят витамины, ароматизирующие добавки, лецитин, соли, красители, эмульгируют в воде или в молоке и после кристаллизации фасуют. И все же маргарин — продукт полусинтетический, а химики мечтают о полностью синтетических жирах.

В конце второй мировой войны немецкие химики выработали из угля, воды и воздуха даже заменитель сливочного масла. И по внешнему виду, и по запаху, и по вкусу оно было похоже на настоящее масло, совершенно не портилось. Но оказалось вредным. Дело в том, что получить совершенно чистыми исходные вещества — жирные кислоты — не удалось. Отсюда и возникла генетическая опасность применения таких несовершенных продуктов. А еще раньше русский академик Н. Д. Зелинский нашел способ превращать в жиры нефть.

Сейчас химики получают жиры из синтетического глицерина (его вырабатывают из пропилена) и жирных кислот. Но эти жиры в нашей стране в пищу не употребляют — нет такой необходимости, зато они отличное сырье для мыла, олифы, смазочных масел. А растительное масло, которое раньше шло на изготовление мыла и олифы, сохраняется. И выходит все же, что благодаря химии у нас становится больше пищевого масла. Своим путем в создании искусственных жиров идут и биохимики: с помощью специальных разновидностей дрожжевых грибов из сахарных отходов получают дрожжи, которые наполовину состоят из жиров.

Другое основное вещество материальной базы организма человека — углеводы. Важнейшее их свойство состоит в обеспечении живого организма энергией. Но углеводы нужны человеку не только как, скажем, уголь или нефть были нужны топке паровоза, но и как носители специфических биологических функций. Они входят в состав крови, нервных тканей, они защищают нас, согревают, помогают нам двигаться и выполняют множество других важных функций.

Химики давно вели поиск сладкого. Важное открытие в середине прошлого века сделал выдаю-

щийся русский химик А. М. Бутлеров: получил сахаристые вещества довольно простым способом — обработкой водного раствора формальдегида известковым молоком. А тремя десятилетиями позже немецкий химик Эмиль Фишер получил в пробирке глюкозу (виноградный сахар). Но выяснилось, что сахар, полученный в пробирке, построен чуть-чуть не так, как природный. И поэтому организм усваивать его не может: для него этот сахар — все равно что пустота. Хоть и сладкая, а пустота.

А затем внимание химиков привлекла целлюлоза. Удивительного в этом ничего не было, ибо целлюлоза, из которой главным образом состоит древесина и из которой делают бумагу, чем-то напоминает виноградный сахар — глюкозу. Молекулу целлюлозы образует множество молекул поменьше, которые и есть не что иное, как молекулы глюкозы. Но коль это так, то нельзя ли молекулу целлюлозы как-то расщепить? Оказалось, что можно: либо крепкими кислотами при повышенной температуре, либо же с помощью ферментов. При этом, правда, выходит не слишком сладкая глюкоза. Но можно ведь пойти и дальше — получить из глюкозы инвертный сахар, который куда слаще рафинада.

Пока производство сахара из целлюлозы находится на стадии опытных разработок, а вот получение его из кукурузного крахмала уже освоено. Есть тяжелая болезнь — сахарный диабет, она характеризуется расстройством обмена углеводов в организме. Для больных диабетом промышленность вырабатывает специальные кондитерские изделия с использованием синтезированных химиками заменителей сахара — сорбита и ксилита. Оба эти продукта — многоатомные спирты, обладающие сладким вкусом. Ксилит получают при восстановлении ксилозы из растительных сельскохозяйствен-

ных отходов — кукурузной кочерыжки, хлопковой шелухи, подсолнечной лузги, сорбит — из глюкозы каталитическим или электролитическим путем.

Самое узкое место в питании — белок. Белков в природе великое множество — миллион видов. Но вот синтезировать, создать искусственно даже один-единственный пока не удастся. Первые попытки синтезировать белок делал русский ученый А. Я. Данилевский еще сто лет назад. И Эмиль Фишер, получивший искусственно глюкозу, пытался создать в пробирке подобие природного белка. Но, увы, это был не настоящий белок. И по сей день наука все ищет дорогу к искусственному белку. Могущество науки в том и заключается, что она обязательно находит выход из безвыходного положения.

Нашелся выход и здесь. Выяснилось, что те белки, которые мы съедаем, не идут на строительство наших мышц, крови, тканей. Они просто-напросто не годятся для этого. Наш организм с помощью желудочного сока и ферментов расщепляет белки на составные части. Эти осколки называют аминокислотами. И уже из аминокислот, как из кирпичей, организм строит свои собственные белки. Позже с помощью электронного микроскопа биологи обнаружили в клетке очень важные для жизни частицы — мельчайшие тела — рибосомы. Это центры по производству белка. А аминокислоты — это сырье для синтеза белка.

В природных белках известно двадцать видов аминокислот. Из них в особенности важными являются так называемые незаменимые аминокислоты (аргинин, валин, изолейцин, лизин, треонин и другие). Это твердые вещества, часто малорастворимые в воде, обладающие различным вкусом — от сладкого до горьковатого, иногда очень вкусные. Например, глютаминовая кислота, которая в Япо-

нии стоит на каждом обеденном столе, как у нас соль и горчица. Ее кладут в суп, и суп приобретает вкус куриного, ею посыпают вареный рис, и рис становится вкусным и сытным. И если вместо белка давать в пищу человеку смесь необходимых аминокислот, то это вполне заменит белок. Таким образом, надо научиться искусственно делать кирпичи белка — аминокислоты.

Если арсенал природы ограничен двадцатью аминокислотами, то химики уже сейчас получили около тысячи их наименований. Разработаны способы синтеза многих незаменимых аминокислот, освоено их производство. Они широко используются для балансирования кормов в животноводстве — добавки в корма недостающих аминокислот. Да ведь и мы, люди, издавна занимаемся балансированием. Когда, например, кладем на хлеб ломтик сыра, добавляем аминокислоты — лизин и треонин. В Чехословакии лизин кладут в тесто при выпечке хлеба. Такой хлеб дают школьникам на завтрак, ибо растущий детский организм особенно чувствителен к сбалансированной пище.

Синтез аминокислоты обычно сложен и многостадийен. Вот как, например, в промышленности получают метионин, которого мало в растительной пище и которым балансируют белки пшеницы и сои. Газ пропилен с помощью катализаторов окисляют до акролеина — это уже летучая жидкость, раздражающая глаза и горло. Одновременно из древесного спирта и сероводорода получают метилмеркантан. Соединение метилмеркантана с акроленом после обработки синильной кислотой и углекислым аммонием, гидролиза щелочью и рождает метионин. Это чисто химическое производство, удивительное тем, что из ядовитых химикатов с резкими запахами получается пищевой продукт. Правда, метионин не-

приятен на вкус, поэтому предпочтительнее его превращать в более сложное соединение — дипептид. У нас синтетический метионин применяется только в животноводстве.

Идеально сбалансировано по аминокислотам материнское молоко. И совершенно иная картина с растительными белками. К примеру, в пшенице резкая недостача лизина, в сое мало лейцина. И вот добавкой синтетических аминокислот к мучным, зерновым продуктам можно выравнивать аминокислотный состав пищевых продуктов, и прежде всего хлеба, что сейчас и делается. Пшеничная смесь с добавкой лизина по питательности равна молоку. Сбалансировать можно любую растительную пищу, но ближе всего к мясу белок сои. Из сои получают соевое масло, соевый творог, соевый белок добавляют в колбасы, сосиски, фарш.

Микробиологическая промышленность давно уже вырабатывает из отходов сельскохозяйственного сырья, из нефти, природного газа дрожжи, используемые в животноводстве. Дрожжевые организмы растут очень быстро, примерно через каждые пять часов их масса удваивается, а это значит, что они синтезируют белок в несколько тысяч раз быстрее, чем животные. Килограмм нефти может дать килограмм дрожжей.

Еще в прошлом веке французский ученый Луи Пастер установил, что микробы (эти «весьма подвижные крошечные зверьки», как назвал их изобретатель микроскопа Антони ван Левенгук) могут получать энергию путем брожения. Например, дрожжи способны преобразовывать глюкозу в этиловый спирт и углекислоту. А основоположник микробиологии С. Н. Виноградский доказал, что микроорганизмы могут создавать органическое вещество из неорганического — из углекислоты, используя энер-

тию окисления минеральных веществ, и назвал это явление хемосинтезом. А ведь прежде считалось, что органическое вещество, которое служит пищей для всех других живых существ на земле, создают только зеленые растения в результате фотосинтеза. И вот оказалось, что эту работу ведут и бактерии. Но и это еще не все. Свойство бактерий усваивать молекулярный азот не под силу даже высшим растениям. Вот они какие, эти самые крохотные обитатели нашей земли!

Конечно, среди бактерий есть немало наших врагов. Это и микробы, это и вирусы — возбудители инфекционных болезней человека и животных. Это и бактерии, которые вызывают коррозию железа и других материалов. И все же подавляющее большинство открытых микроорганизмов — это наши друзья, которые могут быть нам очень полезны. Человечество начало использовать микробиологические процессы для получения сыра, хлебного теста и других продуктов еще тысячи лет назад. Но, конечно, в древности и не подозревали, что процессы эти вызываются крошечными живыми существами — микробами. Да это было и неудивительно, ибо тайны мира микроорганизмов полностью не раскрыты до сих пор.

В начале 30-х годов в связи с разработкой академиком С. В. Лебедевым промышленного способа получения синтетического каучука потребовалось большое количество этилового спирта. Получали его из крахмала, содержащегося в картофеле и зерне. Но страна не могла позволить себе расходовать на эти цели много пищевого сырья. И на выручку пришли микробиологи. Из древесины путем ее гидролиза стали получать сахара, которые с помощью дрожжей сбраживали в этиловый спирт. Тонна опилок заменила почти две тонны картофеля.

Сейчас на гидролизных заводах вырабатывают не только спирт, но и белково-витаминные дрожжи, пищевую глюкозу, фурфурол, лигнин. Белка в дрожжах в несколько раз больше, чем в ячмене и овсе. По биологической ценности он мало чем отличается от белка молока и усваивается животными на 90 процентов. Тонна дрожжей, добавленная в корма, обеспечивает экономию до семи тонн зерна.

Мясо и яйца, полученные в свиноводстве и птицеводстве благодаря использованию продуктов биохимической переработки древесины, давно уже не фантазия. Конечно, речь не идет об изготовлении этих пищевых продуктов непосредственно из древесной чурки (пока речь не идет!). Технология здесь сложна и многоступенчата. И в мясо-то в конечном счете превращаются на животноводческих фермах или птицефабриках богатые белком и витаминами дрожжи, которые добавляют в комбикорма. В комбикорма вводят пять—восемь процентов кормовых дрожжей, лизин, витамины. Эти добавки и совершают чудеса. Молодняк на фермах становится крепче, здоровее, быстрее развивается. Растет продуктивность животноводства, повышается качество продукции.

Особенность гидролизной промышленности состоит в том, что она не конкурирует с потребителями деловой древесины — использует в качестве сырья отходы лесопиления и деревообработки (опилки, щепу, рейки). Перерабатывает также хлопковую шелуху, стержни кукурузных початков, подсолнечную лузгу. Идут поиски и других ресурсов сырья, ибо потребность народного хозяйства в белке огромна.

Известный советский писатель М. М. Пришвин называл природу кладовой солнца. И вот сырьем для микробиологического синтеза белка и становятся

ся те запасы энергии солнца, которые природа издавна копила в своих подземных кладовых в виде каменного угля, нефти, природного газа. В конце прошлого века Д. И. Менделеев писал: «Еще возможно, что из угля, с его помощью сделают, произведут питательные вещества, потому что в угле все для этого начала содержатся». Это дало повод некоторым современникам ученого считать его фантазером и мечтателем. Но не прошло и полстолетия, как химики научились изготавливать из продуктов переработки углей искусственные жиры.

Логика подсказала, что из каменного угля может быть получен и кормовой белок. В начале 70-х годов в Институте физико-органической химии и углехимии АН УССР после кропотливых исследований этого достигли. Добавляя добытый из угля белок к корму животных, зоотехники отмечали ускорение роста живого веса свиней, телят, домашней птицы на 25 процентов.

В 1925 году молодой московский микробиолог и физиолог растений В. О. Таусон доказал способность микроорганизмов окислять углеводороды нефти. Позже он назвал одну из своих научно-популярных книг — «Великие дела маленьких существ». Но прошло не одно десятилетие, прежде чем парафиновые фракции нефти стали использовать для выращивания белковой массы. Лишь в 60-е годы в парафинах нефти открыли великолепную пищу для легионов микроорганизмов.

Используя тонну жидких парафинов, микроорганизмы образуют около тонны биомассы. А гидролизные заводы затрачивают на тонну дрожжей около десяти тонн древесной массы. Разница весьма существенная! И это понятно: ведь в парафинах нефти гораздо большая концентрация углерода и водорода, чем в древесине. В 1968 году в нашей

стране был введен в действие первый в мире завод белково-витаминного концентрата (БВК). Ныне у нас создана крупная промышленность микробиологического синтеза белка из углеводов нефти.

Использование в качестве основного питательного материала для выращивания дрожжей такого необычного вида сырья, как углеводороды нефти, вызвало естественное опасение у медиков и зоотехников. Но многолетние длительные испытания на сельскохозяйственных животных доказали полную безвредность дрожжей из жидких парафинов нефти. А качество их таково, что по своему составу и благотворному действию на животных они превосходят дрожжи, вырабатываемые из древесного сырья. Квалифицированные эксперты-дегустаторы не выявили какого-либо отличия опытных продуктов от контрольных. Мясо животных, которым добавляли в корм БВК, было ароматным, вкусным, мягким. В поисках новых источников сырья выяснилось, что богатые белком бактерии можно выращивать в среде с природным газом. Отличная пища для бактерий — и продукты окисления водорода и метана.

Кормовые дрожжи по питательным свойствам значительно превосходят все высшие растения. В них в десять раз больше, чем в ячмене и овсе, лизина, значительно больше и глутаминовой кислоты, которая играет важную роль в обмене веществ и к тому же усиливает аппетит. Но в этих дрожжах много нуклеиновых кислот — до 10 процентов, а это человеку вредно. Избыток нуклеиновых кислот и другие нежелательные примеси можно удалить из них, обработав раствором поваренной соли. Из дрожжей, разрушив механически или химически оболочки клетки, выделяют белок — белый безвкусный порошок. Из него и получены первые образцы синтетической пищи.

Белок измельчают в растворителе и для формирования нитей под давлением пропускают через многоканальный мулштук. Образовавшиеся здесь очень тонкие волокна опускают в специальный раствор, в котором происходит коагуляция, свертывание. Затем продукт смешивают с животным или растительным жиром, придают ему нужный вкус и цвет. И, наконец, используя яичный белок, волокна при повышенной температуре соединяют в комок. При этом получают не сырую, а уже сваренную «говядину», «свинину», «птицу» или даже «рыбу». Аналогичным способом изготавливают искусственные макароны, сыры. Дрожжи, полученные микробиологическим путем из углеводов нефти, уже испытаны при выпечке хлеба, в производстве сосисок. Созданы синтетические рисовая и гречневая крупы, которые содержат белка в три раза больше природных.

Придание синтетической пище вкуса в обычном смысле затруднений не вызывает. Как и обычную пищу, ее делают сладкой, соленой, кислой или горькой — солят, добавляют в нее сахар, уксус, пахучие и возбуждающие аппетит вещества. Ей можно придать вкус и борща, и яблока, и пирожного, и селедки, и молока. А вот с ароматом кулинарных блюд дело обстоит сложнее. Это ведь смесь запахов множества различных веществ, которые зачастую выделяются в неуловимых количествах. И все же химики научились улавливать этот аромат. Им оказалось под силу даже разложить запах... на компоненты.

Помните, героев повести Джерома К. Джерома «Трое в одной лодке» преследовал запах сыра: «Это был изумительный сыр, острый и со слезой, а его аромат мощностью в двести лошадиных сил действовал с ручательством в радиусе трех миль и ва-

лил человека с ног на расстоянии двухсот ярдов». Шутка английского юмориста прошлого века предвосхитила тематику исследований многих современных лабораторий. Оказалось, что запах можно и измерить, и разложить на компоненты, и создать искусственно. Достигается это с помощью хроматографии.

...1902 год. Русский ботаник М. С. Цвет пропустил раствор хлорофилла (красящего вещества зеленых растений) через стеклянную трубку, набитую порошком мела. При этом оказалось, что зеленая полоса по мере продвижения вниз раздваивается. Ученый отделил одну зеленую зону от другой, смыл красящие вещества с поверхности мела и обнаружил, что они отличаются и по свойствам. Так был открыт новый способ разделения вещества. М. С. Цвет назвал его хроматографией («хромос» — цвет, «графо» — пишу).

Хроматограф — один из первых научных приборов, побывавших на других планетах: он использовался для анализа состава атмосферы Марса. Хроматограф же пришел на помощь и тем, кто работал над созданием синтетической пищи: оказалось возможным точно определить, какие вещества составляют букет запаха и сколько каждого из них. Что же касается сыра, то общий букет его запахов, как выяснилось, чрезвычайно сложен — его составляют сотни веществ.

Давайте-ка заглянем в лабораторию химии запаха и вкуса (да-да, есть такая лаборатория) Института элементоорганических соединений имени А. Н. Несмеянова АН СССР. Пахнет клубникой. Свеженькой, только что с грядки. А вот пахнуло луком, чесноком. А это запах ананаса. И обстановка здесь скорее привычная для домашней хозяйки: шкаф с различной формы чашками и тарелками,

холодильник. Другую половину зала занимают кабины, в которых проводится дегустация пищи. Стерильность в кабинах — операционная. Полное отсутствие запахов. В этой лаборатории гостям могут предложить целый обед: черную икру, лососину, разные заливные блюда, суп куриный, бульоны мясной и рыбный, пирожки, рубленые бифштексы, соки. И все это искусственная пища, созданная руками химиков.

Сырая высокомолекулярная пища не обладает, как известно, ни запахом, ни вкусом. Это легко можно проверить на примере отмытого до бесцветности мяса, крахмала, муки, крутого яичного белка. Аппетитные запахи появляются лишь в результате жарения, печения, обуславливаются десятками разнообразных летучих соединений. Химики с помощью хроматографа выбирают определяющие запах вещества и вводят их в пищу. Используются и традиционные отдушки — лук, чеснок, лавровый лист, перец и т. д. Запахи эти запечатываются в микропористые, растворимые в горячей воде вещества вроде декстринов, в которых они могут храниться неограниченное время. Порошок — смесь аминокислот гидролизата дрожжей, интенсификаторов вкуса, солей и запечатанного запаха лаврового листа — засыпают в кипяток, и питательный вкусный бульон готов.

Для оформления внешнего вида синтетической пищи используются безвредные для организма химические искусственные материалы, которые могут быть твердыми, жидкими, студнеобразными, тягучими, как мед. Можно к ним примешивать питательные вещества, подкрашивать различными красками (они давно уже используются в пищевой промышленности), а потом лепить из них кулинарные изделия — котлеты, пельмени, пирожные...

Редкий герой современной фантастической повести в обеденное время не вынимает из кармана круглую или плоскую коробочку и не достает из нее маленькие разноцветные таблетки, одновременно вкушая первое, второе, третье блюда. Имеется в виду, что благодаря химии люди получают в будущем вкусные питательные вещества в такой вот концентрированной и полностью усвояемой форме. Необходимость в создании концентрированной пищи уже возникает в связи с космическими полетами.

И все же пока пищевые таблетки представляют интерес лишь для специальных целей. Основную пищу дает человеку земля — растительный и животный мир. Но вполне возможно, что скоро соперничество с естественной пищей начнет синтетическая. Начнет, несмотря на то, что по отношению к синтетической пище человек пока консервативен. «Я представляю себе,— писал академик А. Н. Несмеянов, — что из запасов микробиологического белка или синтетических аминокислот путем структурирования, витаминизации, снабжения микроэлементами и соответствующей отдушки на заводах будут создаваться готовые для употребления сразу или после подогревания самые разнообразные привлекательные кушанья, скомпенсированные по составу и приспособленные к потребностям возраста, особенностям здоровья и работы».

С давних пор человек умел сохранять продукты питания. Использовал для этого поваренную соль и сахар, спирт и уксусную кислоту, специи и древесный дым. Копчение мяса и рыбы — один из древнейших способов химической защиты продуктов от порчи. В течение нескольких тысячелетий этой цели служила и поваренная соль. А вспомните, как долго может сохраняться сгущенное молоко. Это пример консервирующего действия сахара. Консерванты

в производстве пищи подавляют действие вредных организмов. Так, при переработке фруктов и ягод в качестве универсального консерванта применяют сернистый ангидрид, для стерилизации консервов — сорбиновую кислоту. Очистку масла ведут с помощью щелочи, а при извлечении масла из семян используют... бензин.

Надежно защищают от плесени соли дегидрацевой кислоты, их растворами пропитывают упаковочные материалы для маргарина. При транспортировке рыбы или мяса на большие расстояния пользуются льдом, приготовленным из растворов тетрациклина. Под защитой антибиотиков транспортируют и скоропортящиеся тропические фрукты. На воздухе под действием света и тепла пища окисляется. Особенно быстро окисляются, становятся прогорклыми жиры. Этот процесс тормозится добавками специальных веществ — антиоксидантов. В их числе витамин Е, галловая, аскорбиновая кислоты, все шире употребляются синтетические антиоксиданты.

Современная пища получает около 2500 пищевых добавок — ароматические вещества, загустители, пенообразователи, консерванты, антисептики. И большинство из них дают химики. Это сложные эфиры, кислоты, соли. С незапамятных времен в колбасы добавляли нитраты, без них она будет серой, непривлекательной. Один из компонентов запаха сыра — фенилуксусная кислота. Сахар имеет белый цвет благодаря синьке. Конечно, все добавки к пище проходят тщательную проверку на свою безвредность для организма человека. Это обязательно.

Легенда рассказывает, как приняла однажды запорожцы бой против татар. Прижала их орда к крымским соленым озерам. Много татар полегло от рук запорожцев, но и сами они, иссеченные саблями, пали в том бою, легли на берегу соленого озера. Слетелись черные вороны на пир, да не удалось попить. Вдруг стали оживать казаки. Поднимаются и видят: зарубцевались раны там, где озерная грязь к ним прикасалась. И поняли казаки, что это родная земля им на помощь пришла.

Много веков назад человек познал целебную силу некоторых вод, минералов, растений. Больше всего лекарственных средств давал растительный мир. Охотники заметили, как обессилевшие олени, особенно весной, выкапывали из земли и поедали корневища какого-то растения, это восстанавливало их силы и повышало выносливость. Так были открыты чудодейственные свойства левзеи, названной в народе маралий корень. Ныне ее выращивают в специализированных совхозах, из ее корней изготавливают ценные лекарства. При наблюдении за козами, поедавшими молодые побеги чемерицы, было обнаружено слабительное действие этого растения.

Первые сведения о применении на Руси растений с лечебной целью есть в «Изборнике Святослава». К началу XII века относится рукопись о лекарственных растениях «Мази», автором которой была Евпраксия — внучка Владимира Мономаха. Известно, что в домашней библиотеке царя Ивана Грозного имелись различные «Травники». Именно при нем (1581 г.) открылась первая на Руси аптека. А чуть позже учреждается Аптекарский приказ. Аптекарь того времени был и фармацевтом, и химиком, и врачом. Как память о первых русских аптеках

и заслугах первых русских фармацевтов в Москве на территории Всесоюзного института лекарственных растений (ВИЛР) сохранен деревянный домик известного московского аптекаря Ферейна.

При Петре I была введена ягодная повинность, включавшая сбор лекарственных трав. В 1706 году Петр I учредил аптекарский огород. Уже в середине XVIII века Россия прекратила ввоз лекарственных растений из-за рубежа — отечественное лекарствоведение вышло на передовые рубежи.

Если мы сегодня заглянем на какую-либо фабрику лекарств, к примеру на Артемовскую фармацевтическую фабрику, то увидим, что основное сырье там — лекарственные травы. С Дальнего Востока сюда поступают корни элеутерококка, из которого изготавливают тонизирующий экстракт. Из Грузии присылают листья эвкалипта, которые служат исходным сырьем для различных настоек. Артемовская фармацевтическая фабрика выпускает свыше 70 наименований лекарств из растений.

Но среди растений не было таких, которые помогли бы бороться с тифом, туберкулезом и другими страшными болезнями. Нужны были иные, более эффективные лекарственные средства. Ими стали синтетические лекарства, созданные химиками. Союз химии и медицины выкристаллизовался еще в мрачные годы средневековья. Занимаясь поисками философского камня, химики в то же время начали учиться лечить людей от различных болезней с помощью порошков и мазей. Но сначала они использовали лишь те вещества, которые встречались в природе. И только немногим более ста лет назад было получено первое искусственное лекарство — салициловая кислота. А получили ее из фенола — продукта переработки каменноугольной смолы.

Салициловая кислота послужила в дальнейшем основой для множества лекарств, и в том числе одного из самых удивительных — аспирин. Помогла она и в борьбе против туберкулеза. Советские химики выяснили, что салициловая кислота способствует увеличению потребления кислорода бактериями. Значит, надо было создать такое ее соединение, которое действовало бы на организм бактерии как яд. И такое соединение найдено: парааминосалициловая кислота. Если ввести в организм больного натриевую соль этой кислоты, то бактерии Коха начинают пожирать ее и одновременно задыхаться: им не хватает кислорода, и они гибнут. Из веществ, выделяемых из каменноугольной смолы, были синтезированы и противотуберкулезный препарат фтивазид, и целый ряд сульфамидных препаратов, которые заняли ведущее место в борьбе с микробами. Из них получены и анестезирующие средства.

Кто из нас, сидя в зубоврачебном кресле, не слышал от лечащего врача такие слова: «Я положил вам в зуб мышьяк»?! Это стало привычным: с помощью мышьяка умерщвляют нерв. Мышьяк был известен в Древней Греции, во многих странах Востока. В средние века он часто использовался наемными убийцами при устранении соперников в борьбе за трон. Достать его было нетрудно — этот яд применялся для травли грызунов. Несколько убийств с помощью мышьяка описал французский писатель Морис Дрюон в серии романов под общим названием «Проклятые короли». Один из них так и называется — «Яд и корона».

Недавно ученые установили, что мышьяк был причиной смерти Наполеона на острове Святой Елены. Он писал за несколько дней до смерти: «Я умираю не своей смертью. Меня убила английская олигархия и ее наемный убийца». Тем не менее долгие

годы считали, что Наполеон умер от рака желудка. И вот почти полтора столетия спустя, исследовав пучок его волос с помощью радиоактивного анализа, ученые обнаружили, что содержание мышьяка в них во много раз превышает обычное. Выяснилось, что яд накапливался постепенно, так как давали его Наполеону малыми дозами. И ныне мышьяк — основное орудие убийства в детективных романах английской писательницы Агаты Кристи. Критики объясняют это тем, что раньше Агата Кристи была фармацевтом.

На основе мышьяка химики создали препарат сальварсон, который победил страшную болезнь — сифилис. Сегодня мышьяк и его соединения — составная часть самых разных эффективных лекарств.

Дело в том, что многие лекарства близки к ядам. А многие сильнодействующие вещества обладают лечебными свойствами. Все зависит от дозы. Наверное, улыбку вызовет сообщение, что человека лечат динамитом. И тем не менее динамит готовят из нитроглицерина, а нитроглицерин — одно из самых сильных взрывчатых веществ. Помните, в «Таинственном острове» Жюль Верна инженер Сайрус Смит с помощью небольшого количества нитроглицерина взорвал огромную гранитную скалу? Через несколько лет после того, как вышел в свет этот роман, нитроглицерин стали применять для лечения тяжелых болезней сердца.

Незаменима в медицинской практике ртуть и ее соединения. При первых признаках болезни мы сразу же встречаемся с ртутью — она содержится в обычном медицинском термометре. Всем известны ртутные мази. Ртутные соединения — основа некоторых лекарств, излечивающих венерические заболевания.

Благодаря химии появляются новые эффективные лекарства, совершенствуются методы диагностики. На службу медицине поставлена почти вся таблица Менделеева. Ни одна домашняя аптечка не обходится без настойки йода и ляписа (азотно-кислого серебра), марганцовки и сульфата магния (английской соли) и так далее. Окись бериллия входит в состав массы для пломбирования зубов — зубных цемента. Прежде чем сделать рентгенограмму желудка, вводят внутрь белую кашу из серно-кислого бария. Соль эта безопасна для организма и в то же время задерживает рентгеновские лучи больше, чем ткани организма. Это и позволяет рентгенологам определять какие-то нарушения в желудке.

В светлой операционной лежит на столе донор. Его кровь медленно вытекает из вены. Но если ее собирать просто так в стакан, она быстро свернется в малиновый студень. Поэтому кровь консервируют. К ней прибавляют несколько капель раствора лимонно-кислого натрия, который не дает крови свернуться. Добавляют туда и специальные химические вещества, убивающие микробов.

Много веков назад в жертвенниках античного Рима в честь богов горел ладан. Вместе с христианством он проник и в другие страны. Появился ладан и на Руси. Привозили эту благовонную смолу с Востока, где ее получали при подсечке коры некоторых деревьев. Исследовав состав ладана, химики определили, что он содержит прекрасный антисептик — бензойную кислоту. И оказалось, что в древнем поверье: «В храме заболеть нельзя» — есть рациональное зерно. Бензойная кислота, возгоняясь из кадила, поражает многие инфекции. Теперь бензойную кислоту получают окислением толуола и широко используют при производстве лекарственных препаратов, продуктов парфюмерии, консервантов.

Многие европейцы, впервые попавшие в тропические страны, гибли там от тропической лихорадки, малярии. Средство от этой болезни было найдено: кора хинного дерева. Исследовав ее, химики нашли в ней вещество, излечивающее от малярии. Это был хинин. Позже его стали получать искусственно. Синтезировали и другие препараты против малярии — плазмацид, акрихин, которые оказались значительно эффективнее хинина. Сейчас малярию можно считать ликвидированной.

Химики создали вещества, снимающие раздражение, успокаивающие нервную систему. В борьбе с душевными расстройствами они не остались в стороне. Получены вещества, снимающие чувство страха.

Нельзя не отдать должное удивительным препаратам — антибиотикам. Они произвели целую революцию в борьбе с микробами. Покорение инфекций началось во второй половине XIX века, когда французский микробиолог и химик Луи Пастер доказал, что причина заразных болезней — микробы, попадающие в организм человека. Идеи Пастера прежде всего взяли на вооружение хирурги. Раны стали обрабатывать йодом, спиртом, фенолом, убивающими бактерии. Затем были открыты сульфаниламидные препараты, уничтожающие бактерии и внутри организма. А в 1929 году английский микробиолог Александр Флеминг из плесневого грибка выделил первый антибиотик — пенициллин. Ныне известны сотни самых различных антибиотиков. И синтез доброй половины из них проводят без услуг природы — на заводах.

Современная медицина имеет на вооружении могучие лекарственные средства, арсенал которых огромен и направлен против почти всех известных болезней. И это стало возможно потому, что ей на

помощь пришла химия. «Если не считать хирургию, то почти всеми своими достижениями современная медицина обязана химии» — это слова известного американского химика Роберта Вудворта.

БЫТ ТРЕБУЕТ

История применения химических веществ в быту уходит в глубь веков. В Древнем Египте знали различные благовония, тела египетских фараонов после смерти бальзамировали. С давних пор пользовались известностью китайская тушь и китайские лаки. А рабы в незапамятные времена торговали в странах Востока краской для подведения бровей, в составе которой содержались соединения сурьмы.

А. М. Юдин и В. Н. Сучков в книге «Химия в быту» приводят один из советов старинного русского лечебника: «Если хочешь, чтоб тебя не ели комары, то возьми платок, смочи его дегтем и положи на голову, на шапку». В той же книге рассказывается об английском рецепте начала XVII века, в котором был предложен новый способ защиты рыцарских доспехов от ржавчины с помощью покрытия их специальным маслом.

В нашей стране встречается растение мыльнянка, в корне которого содержатся органические вещества — сапонины, придающие растворам способность пениться. Потому его называли мыльным корнем и с давних пор использовали для стирки тканей вместо мыла. В некоторых тропических странах Южной Америки и Азии есть даже дерево с мыльными плодами.

А вот где и когда появилось первое искусственное мыло, кто его изобрел — мы об этом не знаем. Живет во многих языках выражение «посыпать

голову пеплом». В древности был такой обычай: в дни траура и горя на голову сыпали золу, а в дни праздников волосы смазывали жиром. Если зола и жир смешивались (ведь могло же горе прийти сразу за праздником), то образовывалась неприятного вида корка. И, видимо, люди заметили, что такие волосы в воде отмывались лучше, чем обычные. Потом такую моющую смесь жира с золой стали готовить в горшке и кипятить. Комочек такого варева и был первым мылом. А произошло это, по мнению ученых, около двух тысяч лет назад. О таком мыле, приготовленном древними галлами из буковой золы и козьего сала, упоминает Плиний Старший в своей «Естественной истории». Галлы окрашивали этим мылом волосы в красный цвет. Знали о мыле и в Древнем Риме, тем более что там было, как известно, около восьмисот бань.

Но мыловарение как ремесло возникло в Европе только в XIV веке. Именно тогда появились мыловаренные гильдии. Секреты этого производства, как и многих других, строго охранялись. Мыло стали применять не только в гигиенических целях, но и в процессах отбеливания и крашения тканей. А в начале XIX века его производство было поставлено на научную основу. Этому способствовали исследования французского химика М. Шевреля в области химии жиров. В середине XIX века химики могли уже точно назвать состав всех полученных и применяемых мыл.

Современные мыла — это натриевые или калиевые соли стеариновой, олеиновой и некоторых других кислот с различными специальными добавками и отдушками. Среди них есть туалетное и хозяйственное, твердое и жидкое, лечебное и дезинфицирующее, пригодное для стирки в морской воде. Теперь мыло применяется не только в домашнем хо-

зяйстве и прачечных. Его смачивающая и эмульгирующая способность используется в различных технологических процессах — в производстве пластмасс и каучуков, металлов и строительных материалов, тканей и лекарств, туши и чернил. Мыльные растворы помогают извлекать нефть из истощенных скважин. Специальными защитными мылами покрывают наружную обшивку корпусов кораблей, чтобы они не обрастали со дна ракушками.

Особые мыла, не имеющие ни запаха, ни вкуса и совершенно безвредные для человеческого организма, участвуют в приготовлении пищи. Они, например, содержатся в маргарине: именно благодаря им маргарин не брызгает на раскаленной сковороде. Если их кладут в тесто, то хлеб получается пышным, упругим и долго не черствеет.

И все же главными областями применения мыла остались мытье и стирка. Вот вы открываете в ванной водопроводный кран — вам надо помыть грязные руки — и непременно берете в руки мыло. Почему? «Странный вопрос, — скажете вы, — да потому, чтобы лучше отмыть руки от грязи». — «От какой грязи? От любой?» «Конечно, от любой», — не задумываясь, ответите вы и... будете неправы. Дело в том, что грязь грязи рознь. Если у вас руки запачканы песком или глиной, их нетрудно отмыть просто холодной или теплой водой. И никакое мыло здесь не нужно. Но вот вы, например, меняли прокладку на водопроводном кране или делали еще какие-то работы по дому, и руки ваши оказались запачканными сажей или какой-то смазкой. А ну-ка попробуйте эту грязь отмыть даже горячей водой. Ничего не выйдет. Тут без мыла не обойтись.

Давайте разберемся — почему мыло моет? Еще не так давно его моющая способность объяснялась тем, что в воде мыло гидролизуется (распадается)

с выделением свободной щелочи. А щелочь, дескать, разрушает и отмывает загрязнения. Но мнение это было ошибочным. Попробуйте-ка мыть руки, запачканные, например, в мазуте, в содовом растворе. Они останутся грязными, а ведь сода в воде тоже гидролизуется.

Мыло моет потому, что оно поверхностно-активное вещество. Это соль сильного основания (например, едкого натра) и слабой жирной кислоты (например, олеиновой). Молекула мыла имеет как бы вид многочленистого червя. Его два конца — «голова» и «хвост» — обладают совершенно разными свойствами: «голова» гидрофильна (охотно взаимодействует с водой), а «хвост» гидрофобен (стремится выскочить из воды, но хорошо смачивается маслом). Молекулы мыла размещаются на границе раздела вода — воздух таким образом, что гидрофильные части будут располагаться в воде, а гидрофобные — в воздухе, словно частокол. На поверхности воды образуется мономолекулярный слой (абсорбционный). Вещества, образующие его, и получили название поверхностно-активных (ПАВ).

Какова же их роль? Известно, что вода плохо смачивает смазанную жиром поверхность. В технике часто пользуются этим явлением: смазывают маслом поверхность, предохраняя ее от гниения, ржавления и т. д. А мыло и другие поверхностно-активные вещества своими гидрофобными концами притягиваются к молекулам жира, гидрофильными — к молекулам воды. И молекулы жира отрываются от поверхности и уносятся водой.

Мыло — универсальное поверхностно-активное вещество. Его молекулы способны адсорбироваться на поверхности практически любого другого вещества. И в результате частички грязи будут смываться водой. И теперь достаточно потереть ру-

ки, чтобы обеспечить доставку мыльного раствора и затем помочь частичкам грязи в мыльной шубке уйти с поверхности рук. Мыло удаляет не только видимую грязь. Оно точно так же эффективно удаляет и не видимые глазом загрязнения, в том числе, например, радиоактивные. Смываются мылом с кожи и опасные вирусы.

Мыло — одно из лучших и дешевых поверхностно-активных веществ для мытья и стирки. Но оно вырабатывается из пищевых жиров. Кроме того, выяснилось, что при стирке основная его часть идет не на процесс очистки ткани от грязи, а на побочные реакции. В условиях Донбасса, например, где вода жесткая, большое количество мыла тратится на то, чтобы сделать ее мягкой. Соли магния и кальция, содержащиеся в жесткой воде, образуют с жирными кислотами нерастворимые соединения, которые оседают на стираемой ткани и затрудняют ее очистку. И это еще не все — проникая в поры ткани, эти соединения там окисляются и способствуют преждевременному ее износу.

На помощь пришли полученные химиками новые синтетические моющие средства — порошки, пасты и жидкости. В отличие от мыла для их производства не нужны жирные кислоты, их синтезируют из многоатомных спиртов. Каждый стиральный порошок содержит смесь нескольких веществ, играющих при стирке определенную роль. Прежде всего, конечно, моющее средство — детергент, синтетический заменитель мыла. Чаще всего для этого используют сульфенол и алкилсульфат, анионосодержащие вещества. Среди добавок — кальцинированная сода или триполифосфат натрия, которые делают воду мягче, силикат натрия, улучшающий моющее действие детергентов, карбоксиметилцеллюлоза, обладающая свойством придавать частицам грязи

и белью один и тот же электрический заряд, а так как одноименные заряды отталкиваются, то грязь снова на белье не садится.

Но стирка в глазах любой домашней хозяйки немыслима без пены. И в стиральные порошки вводят алкиламиды, повышающие пенообразующую способность детергентов. Дело в том, что детергенты сами по себе не всегда дают такую же пену, как и мыло. Однако обильная пена мешает стирке в машинах. Поэтому в некоторые порошки добавляют специальные пеногасящие вещества.

Входят в состав стиральных порошков и отбеливатели. Их существует два типа. Один из них — перборат натрия — выделяет при стирке активный кислород, который окисляет окрашенные вещества и обесцвечивает их. Другие — оптические отбеливатели — как бы нейтрализуют желтизну белья, флуоресцируя при дневном освещении голубым цветом. Приятный запах свежести придают белью специальные отдушки. Есть добавки, которые подкрахмаливают ткань, а другие придают ей особые свойства — водо- и грязеотталкивающие, антистатические.

Все стиральные порошки делятся на две основные группы: одни — для льняных и хлопчатобумажных тканей, другие — для шерсти, шелка и синтетики. В составах для стирки шерсти и синтетики отсутствуют кальцинированная сода и карбоксиметилцеллюлоза. Дело в том, что если шерстяные вещи стирать порошком, содержащим щелочь, то шерсть свалется, а изделие сядет. Ну а если, наоборот, хлопчатобумажное белье стирать порошками, не содержащими щелочь и карбоксиметилцеллюлозу, то моющий раствор не сработает.

В отделах бытовой химии магазинов большой ассортимент стиральных порошков. Для стирки

белого белья хорошо подходит «Эра». Содержащийся в ней перборат натрия обесцвечивает цветные загрязнения. Цветное белье лучше стирать порошками, содержащими оптические отбеливатели. Для стирки различных тканей в стиральных машинах любого типа хороши низкопенные порошкообразные средства «Лотос-автомат», «Эра-автомат», «Робот». Для стирки сильно загрязненной одежды используется «Ама». Порошки «Фантазия» и «Веселка» обладают подкрашивающим действием. Некоторые хозяйки предпочитают порошкам моющие пасты: компактны, не пылят. Однако пасты содержат меньше, чем порошки, полифосфатов — добавок, снижающих жесткость воды, к тому же медленно растворяются.

Все синтетические моющие средства ускоряют и облегчают стирку. Ведь стирка обычным мылом требует интенсивных физических затрат. Как сказал в одном из своих стихотворений Евгений Винокуров, «Моя любимая стирала — ходили плечи у нее...» Подсчитано, что физические затраты при ручной стирке примерно такие же, как у трактористов во время пахоты. А применение синтетических моющих средств позволяет сократить затраты труда при стирке примерно на 20 процентов.

Случается так, что на чистой одежде появляются пятна. Как их снять? Когда-то это было проблемой. «Чем, скажите мне, выводить пятна с одежды? — рассуждал герой «Театрального романа» Михаила Булгакова в 30-е годы. — Я пробовал и так и эдак, и тем и другим. И ведь удивительная вещь: например, намочишь бензином, и чудный результат — пятно тает, тает и исчезает. Человек счастлив... Утром встанешь — пятно на прежнем месте и пахнет чуть-чуть бензином. То же самое после кипятку, спитого чаю, одеколону. Вот чертовщина!

Начинаешь злиться, дергаться, но ничего не делаешь. Нет, видно, кто посадил себе пятно на одежду, так уж с ним и будет ходить до тех пор, пока не сгниет и не будет сброшен навсегда самый костюм».

Ныне вряд ли кто-то будет огорчаться из-за одного нелепого пятна на костюме. И даже в химчистку из-за него костюм не понесет. Пятно нетрудно удалить в домашних условиях. Химия предоставила нам для этой цели специальные пятновыводные средства в виде жидкостей и таблеток, порошков и паст. В состав их входят растворители (перхлорэтилен, циклогексанон), окислители и восстановители (перекись водорода, гидросульфит натрия). Добавляют в них обычно крохмал, который обладает способностью поглощать загрязняющие вещества. Средства эти под названием «Минутка», «Волшебница», «Моментальный» и другие всегда есть в продаже.

Высокоэффективный пастообразный препарат «Минутка», например, используется для удаления смолы, масла. С его помощью можно вывести загрязнения органического происхождения: от яичного белка, молока и другие. В «Минутке» есть и растворитель и адсорбент. При нанесении тонкого слоя пасты на жирное пятно растворитель растворяет жир и одновременно адсорбент поглощает его, не давая растекаться по ткани. Когда растворитель испаряется, то подсохший адсорбент (а вместе с ним и загрязнения) легко счистить одежной щеткой. Хорошо удаляет жирные и масляные пятна жидкость «Агидель»: достаточно загрязненный участок ткани посыпать небольшим количеством пищевого крахмала и протереть ватным тампоном, смоченным в препарате. Удобна в применении и пятновыводная бумажная салфетка.

В летнее время на детской одежде обычно много пятен от ягод и фруктов. Они зависят от красящих веществ, которые под действием некоторых восстановителей (например, гидросульфита натрия) могут переходить в неокрашенные вещества. Этим и пользуются для выведения таких пятен.

Когда-то большой проблемой для мам и бабушек было выведение с одежды своих школьников чернильных пятен. Сейчас, когда все пишут шариковыми ручками, чернильные пятна становятся редкостью. Но тем не менее арсенал химических средств для борьбы с ними всегда в боевой готовности. Способ выведения чернильных пятен зависит от красителя, входящего в их состав. Пятна от чернил на основе метиленовых красителей можно вывести при помощи этилового спирта — краситель в нем прекрасно растворяется. С белой ткани чернила хорошо удаляются с помощью отбеливателей (перекись водорода, гипохлорит натрия и др.).

Героями многих рассказов современных писателей-фантастов являются роботы, которые могут заниматься уборкой квартир. И это неспроста. Ведь уборка наших квартир, уход за полами, за мебелью, борьба с пылью, мытье окон — трудоемкие операции. Пока что кибернетические помощники в таких делах существуют лишь на страницах научно-фантастических романов, а вот химия уже сумела во многом облегчить наши хлопоты по дому, дала всевозможные мастики и составы для ухода за полом и мебелью, для чистки и мытья оконных стекол и зеркал.

Отличное средство для химической очистки стекол предложили ученые Института физико-органической химии и углехимии АН УССР. Они откликнулись на просьбу овощеводов из города Жданова. Стекла овощных теплиц, расположенных недалеко

от металлургического завода, оказались закопченными до такой степени, что в них и днем стало темно. Химики выяснили, что в зоне выбросов аглофабрики много силикатно-железных частиц. Эти частицы проникали в структуру стекла, отчего оно и утрачивало прозрачность. На основе плавиковой кислоты был создан такой состав, который позволил возвращать стеклам прозрачность. Новинкой заинтересовались не только в совхозах и колхозах Донбасса. Увидели выгоду в применении нового химиката и труженики предприятий, которые были вынуждены время от времени менять стекла в промышленных зданиях и сооружениях.

Любой хозяйке приятно, когда на кухне у нее все блестит. С давних пор для мытья посуды используют кальцинированную соду. Но кальцинированная сода очень нужна промышленности. А для бытовых нужд химики предложили другие препараты. Порошки эти не оставляют царапин на поверхности стекла и фарфора, не содержат добавок, вредно влияющих на кожу и организм человека.

Разработаны принципиально новые средства для мытья посуды — йодофоры. Действующее начало в них — комплексные химические соединения, образованные поверхностно-активным веществом и йодом. Они обладают одновременно и моющим, и бактерицидным действием, причем по последнему качеству не только не уступают спиртовому раствору йода, но и нередко превосходят его.

Химия помогает нам чистить изделия из металлов, без нее нельзя обойтись при мытье ванн и раковин. Так как в водопроводной воде всегда есть ионы железа, то на поверхности ванн, раковин и моек может появиться налет ржавчины. Обычные чистящие средства его не снимают. Для удаления ржавчины применяются специальные пасты, в со-

ставе которых есть кислоты, способные растворять ржавчину. Такова, например, паста «Суржа» (что означает средство удаления ржавчины). В ее состав входит сульфаминовая кислота.

Немало выпускается препаратов для сохранения хорошего состояния полированной мебели. Они очищают лаковый слой от грязных пятен, придают ему глянец, снимают электризацию. Выпускаемые Донецким химическим заводом обновители мебели содержат воски, масла, растворители. Яркий пример повышения производительности труда в домашнем хозяйстве за счет химизации — средства для чистки ковров и мягкой мебели: «Золушка», «Пеночист», «Умка». Поверхностно-активные вещества, входящие в их состав, проникают в толщу ковра и отделяют от волокон частички загрязнений, после чего становятся (вместе с грязью) сухим, легко отделяющимся от волокон порошком, остается лишь удалить их пылесосом.

Сохранить красивый внешний вид автомобиля непросто. Жаркое солнце, дождь, град, снег, дорожная пыль испытывают его прочность. И срок службы машины во многом зависит от ухода за ней. Арсенал автомобильной косметики велик. Мойка машины ускоряется, если в воду добавить автошампунь. В его состав входят поверхностно-активные вещества, а также препараты, замедляющие процесс коррозии. И главное — автошампунь совершенно безвреден для лакокрасочных покрытий и резины, чего нельзя сказать о мыле и других стиральных средствах.

Водители знают, как трудно удалить накипь в системе охлаждения. Промышленность бытовой химии выпускает для этого специальное средство. Порошок растворяют в горячей воде и раствор заливают в систему охлаждения. И через два часа

накипи как не бывало. Препарат для удаления накипи выпускает Северодонецкое производственное объединение «Азот». Автомобильные пасты и мастики защищают дно и крылья легковых автомобилей от коррозии и воды. Новое жидкое средство — преобразователь ржавчины. Входящая в его состав ортофосфорная кислота взаимодействует со ржавчиной. Образуется пленка, на которую без дополнительной обработки можно наносить антикоррозионное покрытие. Эти средства повышают технические возможности автомобиля, возвращают ему первоначальный опрятный вид.

Косметические средства применялись в глубокой древности. Египетская царица из династии Птоломеев Клеопатра написала на папирусе даже первую книгу по косметике.

В XX веке сформировалась химическая косметика. Бытовая химия — это и есть косметика на новом этапе. Современная тонкая химическая технология дает огромный ассортимент средств личной гигиены. В нашем распоряжении всевозможные кремы, шампуни, экстракты, лосьоны. Ароматические соли и хвойные концентраты для ванн выпускает, например, Рубежанское производственное объединение «Краситель». Им также освоен лечебный препарат, ничем не уступающий по своим свойствам воде прославленной кавказской Мацесты. Препарат этот готовится по рецепту медиков главным образом из двух основных компонентов — очищенного сернистого натрия и калия серно-кислого. Для разведения его нужно сто литров воды, и курорт на дому готов.

Химия дала нам в руки средства, предназначенные для повышения качества воздуха в наших квартирах. Мы живем в мире запахов. Запахи влияют на наше самочувствие, работоспособность. Плохие

запахи стимулируют заболевания, хорошие излечивают. Известно, например, что запах аммиака усиливает боль, запах камфоры повышает чувствительность к зеленому цвету. Видимо, настанет время, когда запах будет использоваться направленно в местах обитания человека так, как сегодня техническая эстетика использует цвет.

А уже сейчас нашими неизменными помощниками стали дезодоранты — препараты, способные исправлять дурной запах. Для этого есть несколько путей. Самый простой — создание контрзапаха с помощью веществ, которые своим приятным запахом подавляют неприятный (душистых растений, духов). Другой путь — адсорбция молекул дурнопахнущих веществ специальными веществами (активированным углем, силикагелем и др.). Этот принцип чаще всего используется для поглощения запахов в автомобиле, холодильнике, кухонном шкафу. Видоизменение его — поглощение запаха жидкими веществами (абсорбция). Абсорбент можно распылять в воздухе, при этом создается громадное количество улавливающих молекул пахнущих веществ. Такие аэрозольные дезодоранты сегодня особенно широко используются. И все же этот путь дезодорации кратковременен: после оседания капель абсорбента дезодорант практически прекращает свое существование. Наиболее перспективным представляется путь, когда изменяется химическая природа пахучего вещества, когда его молекулы переделываются так, что из них образуются вещества или совсем без запаха, или если уж с запахом, то приятным.

Для освежения и ароматизации воздуха в помещениях наиболее популярен препарат «Хвоинка», состоящий из камфоры, пихтового масла, формалина, этилового спирта. «Хвоинка» хорошо освежает воздух, уничтожает запах гари, надолго сохраняет

в квартире запах соснового леса. Препарат «Эол» может полностью устранить запах табачного дыма. Аэрозольные баллоны «Свежесть», «Ландыш», «Розовый» и другие готовят с использованием гликолей и различных отдушек. Например, дезодорант «Букет» содержит хлорофиллокаротиновый экстракт, полученный из молодой сосновой хвои, и молочную кислоту; «Лесной» — пихтовое масло, терпинеол; «Дина» — прополис; «Ветерок» — хлорамин. Такие аэрозоли обладают антимикробными свойствами.

Выпускаются препараты, предназначенные для предотвращения образования запаха от пота, а также снижения интенсивности потовыделения, — дезодоранты тела. Раньше считали, что в образовании запаха пота ведущую роль играют жирные кислоты — валериановая, капроновая, каприловая и другие, входящие в состав секрета апокриновых желез. Однако недавно установлено, что выделяющийся на поверхности кожи секрет этих желез первоначально лишен запаха. Последний появляется в результате жизнедеятельности микроорганизмов, имеющих на коже. Поэтому дезодоранты тела содержат обычно в своем составе бактерициды (формалин, хлорированный фенол, резорцин), которые уничтожают находящихся на коже бактерий — первопричину неприятного запаха.

В другую группу дезодорантов тела входят препараты, содержащие противокислители. Последние препятствуют образованию окисленных продуктов потовыделения, имеющих неприятный запах. В качестве дезодорантов тела выпускаются аэрозольные баллоны «Прохлада», «Гигея». Специально для обработки ног рекомендован дезодорант «Тюльпан».

Иногда требуется провести дезодорацию обуви. При этом устранение неприятного запаха целесообразно совместить с дезинфекцией. Используют

для этого аэрозольные баллоны «Сапожок», содержащие раствор формальдегида. Этот препарат наряду с дезодорирующим действием обладает противогрибковыми свойствами.

Для устранения запаха пищевых продуктов в холодильнике используется дезодорант «Рута», препарат адсорбционного типа. Он представляет собой прямоугольную пластмассовую коробочку с перфорированными стенками, в которую помещен активированный уголь. А вот действующим началом другого дезодоранта — «Целит» — является адсорбент цеолит.

Химия предлагает нам огромный ассортимент парфюмерно-косметических средств. На одном из первых мест среди них находятся средства для ухода за волосами. Это различные пеношампуни для мытья головы и кремы. Это аэрозольные баллоны с лаками для волос, в состав которых входят пленкообразующие и ароматические вещества, пластификаторы, растворители, некоторые добавки.

Большим спросом пользуются препараты для ускорения загара. Их применение помогает избегать солнечных ожогов и вместе с тем красиво, ровно загореть, не злоупотребляя пребыванием на солнце. Аэрозольные баллоны «Юрмала» и «Анда» содержат витаминизированные смеси различных масел, смягчающие кожу и предохраняющие ее от обветривания.

Хорошо в летнее время отдыхать в лесу, возле речки. Но часто отдых нам отравляют комары, мошки, оводы. «Ох, лето красное! Любил бы я тебя, когда б не зной, да пыль, да комары, да мухи!» — воскликнул поэт. Для защиты от гнуса теперь есть химические средства — репелленты, то есть вещества, отпугивающие насекомых. Они вполне безопасны и защищают в течение нескольких часов.

На трассе БАМа прошли успешное испытание антикомарные рубашки, изготовленные из ткани с добавками репеллентов.

В квартире много неприятностей доставляет нам моль, особенно платяная: она питается шерстью. Правда, шерсть поедает не летающая моль, а гусеницы, развивающиеся из отложенных бабочкой яиц. Эти яйца гибнут под действием солнечных лучей, поэтому опытные хозяйки, перед тем как спрятать шерстяные вещи, выдерживают их несколько часов на солнце. Издавна было принято шерстяные вещи при хранении пересыпать нафталином. Но он не убивает моль, а лишь отпугивает ее, более эффективен препарат «Антимоль». Летающую моль уничтожают, распыляя аэрозоль «Дихлофос». Есть виды моли, которые поедают и ткани из синтетических материалов.

Химия играет важную роль в улучшении санитарно-гигиенических условий в наших квартирах. Она предлагает нам инсектициды — средства для борьбы с вредными насекомыми и бактерициды — средства для борьбы с бактериями. В квартирах еще часто встречаются рыжие и черные тараканы. Соприкасаясь с различными отбросами, а затем с продуктами питания человека, они могут переносить микроорганизмы, в том числе возбудителей кишечных инфекций. Для истребления тараканов широко используются как порошки, так и растворы различных инсектицидов. Летом особенно досаждают нам комнатные мухи, которые тоже способствуют загрязнению продуктов и могут переносить возбудителей инфекционных заболеваний. Чтобы уничтожить их, наносят инсектицидные препараты на участки стен возле оконных рам, дверей, плафонов, применяют орошение при помощи мелкодисперсных аэрозолей (частицы висят в воздухе в течение 10—15 минут).

В быту часто возникает необходимость воспользоваться клеем. Скажем, нужно склеить полочку, подновить клеенку или приготовить детям костюмы для новогоднего карнавала. Ныне в нашем распоряжении десятки клеев в виде жидкостей или паст. С автоматических поточных линий Северодонецкого производственного объединения «Азот» каждую минуту сходят сотни флаконов поливинилацетатного клея, клея БФ-2, БФ-6, МЦ-1 и других. С их помощью можно склеить бумагу и картон, древесину и металлы, пластмассу и стекло, кожу и керамику, приклеивать к резине другие материалы, облицовочные плитки на стены и на пол, склеивать киноплёнки и магнитофонные ленты, герметизировать трещины, щели, оконные и дверные проемы.

Химики изобрели изделия с так называемой остаточной липкостью. Это липкие ленты и наклейки с клеевым составом, нанесенным на них, который не твердеет, не высыхает, а постоянно сохраняет липкость. Такие ленты практически можно приклеивать к любому материалу. Они применяются для ремонта книг, приклеивания картин, электроизоляции проводки. Всем хорошо знаком и лейкопластырь, продаваемый в аптеках. Это тоже липкая лента.

С раннего детства знакомы нам такие товары бытовой химии, как чернила и тушь. Сначала чернила были лишь черного цвета. Потому за ними и осталось такое название — чернила. Позже научились изготавливать чернила красного, желтого, синего и других цветов. На Руси знали множество способов приготовления чернил: из коры молодой ольхи, из поганки — чернильного гриба, из наростов на дубовых листьях, из вишневых косточек.

«— А чернила?— спросил Дантес.— Из чего вы сделали чернила?

— В моей камере прежде был камин, — отвечал Фариа. — Трубу его заложили, по-видимому, незадолго до того, как я там поселился, но в течение долгих лет его топили, и все его стенки обросли сажей. Я растворяю эту сажу в вине, которое мне дают по воскресеньям, и таким образом добываю превосходные чернила». Такой рецепт приготовления чернил дает Александр Дюма в романе «Граф Монте-Кристо».

Конечно, современные чернила готовят иным путем. Это растворы синтетических красителей с добавлением загустителей и антисептиков. Например, в известные всем синие чернила для авторучек кроме дистиллированной воды, которой в чернилах около 95 процентов, входят метиленовый голубой краситель, глицерин, фенол и сахар. А вот для туши до сих пор нужна сажа, копоть. Только если раньше ее получали из сажи, образующейся при сжигании еловых деревьев, то теперь чаще всего из копоти, образующейся при сжигании нефти и ее отходов.

Говоря о том, что делает химия для нашего удобства, следует прежде всего отдать дань полимерам. Давайте заглянем в современную квартиру. Нажимаем на яркую кнопку синтетического звонка и беремся за блестящую полимерную ручку входной двери. В химическом происхождении этих первых деталей квартиры нет никаких сомнений. Да и сама дверь тоже искусственного происхождения — она состоит из древесно-волоконистых листов.

Пол в квартире как будто покрыт ковром с оригинальным рисунком. Это полимерный линолеум. Такой пол достаточно протереть сырой тряпкой, и он будет чистым. Стены комнат оклеены новыми обоями. Их красочный орнамент четко выделяется под тонкой прозрачной синтетической пленкой. Сме-

ло берите в руки тряпку и мойте обои. Не опасайтесь, что они размокнут. Пленка не пропустит к бумаге воду, и вы всегда сможете, помыв обои, вернуть им свежесть.

В комнатах — красивые мягкие кресла с упругими сиденьями. И здесь полимеры: под цветной обивкой кресла — слой легкого эластичного поропласта — поролона. На полу — цветной ковер с длинным густым ворсом. Это тоже представитель мира полимеров, он состоит из синтетических волокон. По обе стороны окон мягкими складками спускаются портьеры из синтетической декоративной ткани. Выйдем на балкон. Под ногами у нас ровные коричневые пластмассовые плитки пола. Ограждение балкона из полупрозрачных листов стеклопласта.

Возвращаемся в квартиру и идем в кухню. Листами полихлорвинила покрыт стол. Возле стола — табуретки из легкого полимерного материала. В углу — стеклопластовая раковина удобной посудной мойки. В другом углу — холодильник со стеклопластовыми стенками, проложенными пенопластом. В холодильнике продукты в полиэтиленовых мешочках, молоко в пакетах из жесткой бумаги, обклеенной тонкой полимерной пленочкой.

Все больше появляется в наших кухнях посуды из полимеров. В основном она используется для хранения продуктов. Вот ведра, бочонки, канистры с надписью «Для пищевых целей». В этом случае вы можете смело держать в них воду или какие-то пищевые продукты. Правда, молоко лучше сразу перелить в стеклянную банку. Не рекомендуется в пластмассовой посуде квасить капусту, солить помидоры или огурцы. Расширению ассортимента кухонной утвари из полимеров способствует металлизация пластмасс. Их покрывают тонкими непро-

нищаемыми пленками металла, которые изолируют пластмассу от контакта с пищевыми продуктами и в то же время предохраняют ее от старения, защищая от действия света и кислорода воздуха.

Но закончим осмотр кухни и заглянем в ванную. Стены здесь покрыты гигиеническими пластмассовыми плитками. На эластичном резиновом полу ярко-розовый поролоновый коврик, в нем мягко тонет нога. Края легкой стеклопластовой ванны теплы и приятны на ощупь. Один человек может внести и установить ее на место, ведь она весит всего пятнадцать килограммов. И еще в ванной комнате в глаза нам бросится пластмассовый кран и полихлорвиниловое сито душа. Вдоль ванны протянута прозрачная пленка, она не дает воде литься на пол. И умывальник — не фаянсовый, а стеклопластовый, и под ним нет тяжелых металлических кронштейнов. Он так легок, что удерживается на стене при помощи двух небольших шурупов. И трубы в ванной комнате с теплой поверхностью, они не из металла, а из полипропилена.

Включаем электрическое освещение. В комнате красивые люстры и плафоны из стеклопласта. На столах настольные лампы с пластмассовыми абажурами. Звонит телефон — он тоже из полимерного материала. И белые полупрозрачные щетки для волос, что лежат на туалетном столике, и изящные полимерные флаконы. А вот часы на тумбочке, они особенные: их корпус сделан из поликарбоната, шестеренки, спирали и барабан — из полиформальдегида, стекло — из полиакрилата. Эти часы обладают высокой ударной прочностью, не боятся влаги, не требуют смазки.

Илья Эренбург в книге «Люди, годы, жизнь» писал, что в двадцатые годы они мечтали о том времени, когда «все девушки смогут подносить

своим друзьям пристойные галстуки из химической массы». Теперь не только галстуки, но и эластичные чулки и колготки, костюмы и рубашки, которые не нужно гладить, и еще многое другое дают человеку полимеры. Эти волшебные материалы делают наш быт проще, удобнее и красивее.

Вы вскакиваете утром с постели и бежите в ванную, открываете водопроводный кран. А задумывались ли вы о том, что, прежде чем прийти к вам в квартиру, речная или озерная вода попадает в руки химиков и лишь потом становится питьевой водопроводной водой? Качество воды регламентируется государственным стандартом — ГОСТом. Установлены определенные пределы на содержание в ней некоторых элементов. К примеру, в литре воды должно быть не более 0,3 миллиграмма железа, в противном случае она будет иметь неприятный вяжущий привкус и оставлять желтые пятна на раковинах.

Как же очищают воду? Взвеси из нее извлекают коагулированием. Для этого добавляют специальные вещества (например, серно-кислый алюминий), которые вызывают осаждение мелких взвешенных частиц. А над слоем осадка остается очищенная вода. Для окончательного осветления ее фильтруют еще через слой песка.

Используют для очистки воды и специальный адсорбент — активированный уголь, который характеризуется очень развитой и разветвленной сетью мелких пор, обладает большой поглотительной способностью — может поглощать газы, пары, растворенные вещества. Получают его прямым обугливанием, то есть нагреванием без доступа воздуха дерева или торфа. Впервые явление адсорбции и возможность применения угля для очистки воды описал русский ученый Т. Е. Ловиц в конце XVII века. Он

доказал, что питьевую воду можно месяцами и годами хранить в деревянных бочках, и она не загнивает, если в бочки насыпать прокаленный уголь. Именно так хранили воду в экспедиции Витуса Беринга, и это спасло людей от жажды в скитаниях по океану.

Сейчас в большинстве случаев обеззараживают воду от бактерий газообразным хлором. Он образует в воде соляную и хлорноватистую кислоты — сильные окислители, под действием которых бактерии погибают. Для этого достаточно двух миллиграммов хлора на литр воды. Но у хлорированной воды неприятный запах и вкус. Хорошие гигиенические и вкусовые свойства у воды, обработанной озоном. Получают озон в специальных аппаратах — озонаторах — из воздуха под действием электрического разряда.

Одним из свойств природной воды является ее жесткость, то есть содержание в ней солей кальция и магния. Нельзя сказать, что это вредно для человека, ибо через воду наш организм получает необходимый ему кальций. Но высокая жесткость делает воду невкусной. А при ее кипячении на стенках чайников и кастрюль интенсивно откладывается накипь. Удалять ее помогают так называемые антинакипины. Для эмалированной и луженой посуды можно воспользоваться 5-процентным раствором соляной или уксусной кислоты. Необходимо только после обработки посуды такими растворами тщательно промыть ее водой, потом обработать 5-процентным раствором кальцинированной соды и снова промыть водой.

Техника дала сегодня в руки человеку не одно средство для разжигания огня. Это и зажигалки — газовые и бензиновые. Это и электрозажигалки для газовых плит, в автомобилях. И все же и сегодня

главным средством для разжигания огня остаются обыкновенные спички, потому что они удобнее и проще всего в обиходе. Спички — одно из величайших изобретений человека. Сначала человек добывал огонь трением, позже — высеканием искры.

И вот свою лепту внесли химики. В 1786 году Клод Луи Бертолле, французский химик, пропуская хлор через горячий раствор щелочи, получил соль, названную впоследствии его именем — бертолетова соль. Это был хлорат калия, сильнейший окислитель. Бертолле решил ее использовать при изготовлении пороха вместо селитры. Смесь ее с обыкновенным сахаром имела бóльшую взрывную силу, чем обычный порох. К тому же она оказалась очень чувствительна к трению. Бертолле заметил, что эта соль чрезвычайно бурно реагирует с серной кислотой с выделением тепла. Тогда и прозвучало впервые слово «спичка».

Головка первой спички и состояла из бертолевой соли. Для воспламенения ее прижимали к асбесту, пропитанному концентрированной серной кислотой. Потом спички совершенствовались. Вспомнили о трении. Но головка спички все равно делалась из смеси бертолевой соли с серой и клеем, потом — из бертолевой соли, фосфора и клея. Изобретателем первых фосфорных спичек был девятнадцатилетний француз Шарль Сория.

Горючая часть современной спички состоит на 60 процентов из бертолевой соли. Туда входят также сера или сульфид сурьмы, связующее — клей и наполнители — стеклянный порошок и оксид железа. А шкурка состоит из красного фосфора с добавкой оксида марганца и клея. При трении головки о шкурку в точке их соприкосновения красный фосфор загорается благодаря кислороду бертолевой соли.

ОСТОРОЖНО, ПРИРОДА!

Химическая промышленность занимает четвертое место среди отраслей, существенно загрязняющих окружающую среду, после топливной энергетики, цветной и черной металлургии, автомобильного транспорта. В то же время без ее продукции невозможны ни очистка сточных вод, ни внедрение новых технологических схем. Предприятия без стоков, полное использование отходов производства — таковы условия дальнейшего развития химической промышленности в нашей стране. Все больше будет делать она для практического осуществления природоохранных мероприятий.

ПО КОМПЛЕКСНОЙ СХЕМЕ

Проблема удаления отходов не нова и весьма сложна. Она беспокоила еще древних греков. Как гласит легенда, царь Эллады Авгий прославился невообразимо занавоженными конюшнями. Очистил их в один день величайший герой древности Геракл: он провел через конюшни реку, воды которой и унесли весь навоз. Выполнение этой работы расценили как удивительный подвиг — он был шестым в списке других героических деяний Геракла.

Целое исследование о сточных водах Парижа оставил нам на страницах романа «Отверженные» Виктор Гюго. «Клоака вот уже десять веков является язвой Парижа, — писал он. — Это отравы, которая залегла в крови города».

В нашей стране установлены более жесткие, чем за рубежом, нормы предельно допустимых концентраций вредных веществ в воде и воздухе. На многих заводах введена должность инженера по охране окружающей среды. Ряд учебных институтов готовит специалистов по переработке промышленных отходов и выбросов. В частности, Донецкий политехнический институт выпускает специалистов по рекуперации вторичных материалов промышленности.

Внедряются высокоэффективные установки для очистки промышленных и других выбросов. На дымящих объектах только одной Донецкой области работают свыше трех тысяч очистных сооружений, но число их намечено значительно увеличить. Улавливают большую часть пыли на Енакиевском цементном, Краматорском цементно-шиферном заводах, а на заводе «Укрцинк» в Константиновке задерживают 98 процентов вредных веществ.

Бурное развитие автотранспорта привело к загрязнению городского воздуха автомобильными газами. Дыхание миллионов машин пагубно влияет на здоровье людей, на зелень парков и скверов, разрушает памятники архитектуры. Гораздо меньше вредных выбросов у автомобилей, работающих на природном газе, их выпуск увеличивается. Появились первые электромобили. Создан автомобиль, работающий на водороде. Сбылось предвидение Жюль Верна, который еще в прошлом веке устами героя романа «Таинственный остров» инженера Сайреса Смита говорил, что наступит время, и вода, разложенная на составные части, заменит топливо.

Но это — автомобили будущего. А пока в бензин вводят специальные добавки, которые снижают токсичность выхлопных газов. В горючее добавляют

воду и спирт, что способствует более полному сгоранию топлива, снижению в выхлопных газах содержания вредных компонентов. Изобретены специальные нейтрализаторы, через которые проходят выхлопы перед выбросом в атмосферу. Это решетчатые цилиндры, заполненные кусочками катализатора, соприкасаясь с ними, вредные компоненты, содержащиеся в газах, окисляются, догорают. Катализатор очищает выхлопные газы от окиси углерода, сажи, углеводородов.

Эффективная система очистки стоков внедрена в Северодонецком производственном объединении «Азот». Как и на многих других химических предприятиях страны, сточные воды там сначала направляют на канализационную станцию. Они проходят через специальные решетки, задерживающие всяческий мусор, попадают в длинные железобетонные резервуары-песколовки, где оседают песок и шлак, устремляются в громадные отстойники, между которыми находится аэротенк — похожее на плавательный бассейн сооружение. Здесь из воды удаляют органические вещества. Для этого в аэротенке содержится активный ил — полчища бактерий. Органика для них — хороший корм. Очищенную воду хлорируют, и в принципе ее уже можно сбрасывать в реку. Так и делают на других химических заводах. В Северодонецке очищенную воду направляют в громадные пруды, специально построенные для этой цели. В прудах этих прекрасно чувствует себя карп, размножается водоплавающая птица. А воду из них забирают насосами и после фильтрации возвращают в производственный цикл. И совсем уж малая часть воды сбрасывается в Северский Донец.

В Макеевском инженерно-строительном институте на кафедре водоснабжения и канализации раз-

работан метод биологической очистки промышленных сточных вод от органических нитросоединений.

Но как бы ни были совершенны методы очистки сточных вод, какое-то количество вредных примесей попадает в открытые водоемы. И решение проблемы — в переходе к технологии без выбросов и отходов. Дешевле и проще избавиться от выбросов еще на стадии проектирования производства, чем строить очистные сооружения после его пуска.

Первый опыт предприятия без промстоков был накоплен на Горловском азотно-туковом заводе. Поиски начались еще в 30-е годы. Завод уже отправил немало удобрений на поля страны. Но, призванный дарить плодородие земле, он у себя под боком травил зелень — губителем ее были заводские газы и промышленный сток. И вот работники завода от частных предложений пришли к неожиданному общению — к смелой идее отказаться от промышленной канализации вообще. Была поставлена задача сокращать и устранять жидкие потери, не считаясь с установленными нормами, и не сбрасывать вредные вещества в канализацию, а извлекать их в форме полезных товарных продуктов или, в крайнем случае, безобидных сухих отходов.

Чтобы осуществить замысел, вели лабораторные исследования, полужаводские опыты, на агрегатах испытывали коренные усовершенствования. Кислотные цехи месяцами работали, ничего не сбрасывая в канализацию. Это стало элементом производственной дисциплины. Проектировщики внесли изменения в проект очистных сооружений, сократив их стоимость примерно на треть. Идея работы без канализации получила признание де-факто.

Ныне в нашей стране построено уже несколько крупных бессточных предприятий. Первым из них был Первомайский химический комбинат вблизи

Харькова (ныне Первомайское производственное объединение «Химпром»).

Внедрение комплексной схемы очистки и использования сточных вод позволяет ежегодно экономить десятки миллионов кубометров свежей воды, уменьшает затраты на строительство объектов водоснабжения и канализации, высвобождает сотни гектаров плодородных земель (ведь не нужно строить водохранилища). Возможно, что в будущем вся химическая промышленность страны превратится в бессточную. Все бесполезное и вредное химия превратит в полезное.

ВОТ ТАК ОТХОДЫ!

Металлурги любят рассказывать притчу о хитрых химиках, покупавших дым.

Приехали однажды химики на какой-то завод и говорят:

— Продайте нам, пожалуйста, дым!

— Дым?— удивились металлурги.

— Именно дым, что валит из труб завода.

— Да кому он нужен! Забирайте даром.

Забрали химики у металлургов дым и стали получать из него тысячи тонн ценнейших химикатов — солей редких и рассеянных элементов. Это, конечно, притча. Но именно химия способна превратить в ресурсы отходы и своих собственных производств, и других отраслей, связать экологические проблемы с экономикой народного хозяйства.

Гигантский скачок в индустрии минеральных удобрений, наблюдающийся в последнее время, немалым без наращивания производства азотной кислоты. Но чем больше ее получают, тем больше выбрасывается в атмосферу оксидов азота. Желто-

вато-бурые шлейфы нитрозных газов над химическими заводами прозвали лисьими хвостами. Химики ищут эффективные методы борьбы с ними. Хорошие результаты достигнуты при каталитическом восстановлении оксидов азота в присутствии платиновых или палладиевых катализаторов. В качестве восстановителя применяются метан, природный газ, аммиак, водород или оксид углерода. На этих установках нитрозные газы превращаются в азот и воду — вещества экологически безвредные.

Однако при каталитическом восстановлении оксидов азота разрушаются и теряются безвозвратно ценные химические продукты. Кроме того, высока стоимость катализаторов. Недавно украинские исследователи и проектировщики вместе с работниками Северодонецкого производственного объединения «Азот» разработали новый способ очистки нитрозных газов — персульфатный. Суть его в том, что оксиды азота поглощаются раствором персульфата аммония в специальных абсорбционных колоннах. Образуется смешанный раствор сульфата и нитрата аммония, из которого после выпарки и кристаллизации получается аммонийное удобрение. Так из вредных выбросов вырабатывают ценный продукт.

Ныне атмосфера больше всего загрязняется сернистым ангидридом. Широко используемый метод — сооружение высоких труб — не решает проблемы, не сокращает количество вредных выбросов, поступающих в атмосферу. Более перспективна очистка дымовых газов, особенно газов от теплоэлектростанций. А уловленный сернистый ангидрид — это ведь нужная народному хозяйству серная кислота. По подсчетам ученых, уже сегодня тепловые электростанции могли бы поставлять половину количества серной кислоты, которое производится в стране ежегодно. В двенадцатой пятилетке

будут сооружены промышленные установки для очистки дыма на Северодонецкой, Лисичанской и Рубежанской ТЭЦ, и это послужит началом широкого внедрения подобных агрегатов.

В окружающем нас воздухе накопилось огромное количество углекислого газа. Леса и водное зеркало планеты не успевают поглощать его. Химики предлагают улавливать углекислый газ и использовать для получения биомассы (она нужна в сельском хозяйстве), искусственного топлива, синтеза полимеров.

Стоки, которые накапливаются в химических цехах, могут стать и ценными удобрениями. Скажем, осадки, образующиеся при биологической очистке промышленных вод на заводах, где вырабатывают азотные удобрения. Подсчитано, что 40 тонн такого ила, внесенного на гектар угодий, увеличивают урожай озимой пшеницы почти на семь центнеров, а картофеля — до ста центнеров.

Широкое применение безотходных и ресурсосберегающих технологий наметил XXVII съезд КПСС. В Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года ударение делается на развитие комбинированных производств, обеспечивающих полное и комплексное использование природных ресурсов, сырья и материалов, исключаящих или существенно снижающих вредное воздействие на окружающую среду. Завтрашний день принадлежит производствам, которые не только не загрязняют воду, почву и воздух, но и помогают облагораживать природу, приумножать ее богатства. И в этом плане очень многое делает и будет делать химия.

СОДЕРЖАНИЕ

МАСТЕРИЦА НА ВСЕ РУКИ	3
КЛАДОВЫЕ ХИМИЧЕСКОГО СЫРЬЯ	5
На что годно дерево?	5
Профессии поваренной соли	11
Десять тысяч чудес из угля	19
Одиссея нефти и газа	27
Вода, воздух и...	30
МАТЕРИАЛЫ ДВАДЦАТОГО ВЕКА	34
Полимеры в рабочей спецовке	34
Самые прочные волокна	51
Их называли ионитами	55
Многоликий каучук	63
Старый новый материал	65
Звездный час бумаги	74
Сколько цветов у радуги?	82
ВОЗМУТИТЕЛИ СПОКОЙСТВИЯ	95
Степень чистоты	95
Рекордсмены миниатюрности	115
Путешествие в страну монокристаллов	124
Координируют комплексоны	139
Служба дня и ночи	144
ВЕЛИКИЙ ЗЕМЛЕДЕЛЕЦ	153
Триада плодородия	153
Защитники урожая	172
Эликсиры для растений	177
ЗАБОТЛИВАЯ ПОМОЩНИЦА	182
Волшебный кулинар	182
На страже здоровья	203
Быт требует	209
ОСТОРОЖНО, ПРИРОДА!	232
По комплексной схеме	232
Вот так отходы!	236

**Вадим
Павлович
Седельников**

ВСЕСИЛЬНАЯ ХИМИЯ

Научно-популярные очерки

Редактор *Н. И. Цилюрик*
Художник *Е. Т. Сердюченко*
Художественный редактор *В. Ю. Лукаш*
Технический редактор *Н. Х. Дмитриева*
Корректор *Л. М. Маленко*

ИБ № 1897

Сдано в набор 09.04.87. Подписано в печать 04.09.87. БП 05255.
Формат 70×100¹/₃₂. Бумага типогр. № 2. Гарнитура литературная.
Печать высокая. Усл. печ. л. 9,67. Усл. кр.-отт. 9,99. Уч.-изд. л. 10,34.
Тираж 5000 экз. Зак. № 693. Цена 65 к.

Издательство «Донбас». 340002, Донецк, пр. Богдана Хмельницко-
го, 102.

Одесская книжная фабрика РПО «Полиграфкнига». 270008, Одесса,
ул. Дзержинского, 24.