

В.А.МЕЗЕНЦЕВ  
МИР  
ПОЛИМЕРОВ

IV СЕРИЯ • ТЕХНИКА • 1962 • 22

**В. А. МЕЗЕНЦЕВ**

# **МИР ПОЛИМЕРОВ**

**ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»**  
Всесоюзного общества по распространению  
политических и научных знаний  
Москва 1962

«Весь мировой опыт, в том числе и наш опыт за последние годы, говорит о том, что новейшие достижения химической науки, особенно в производстве синтетических материалов, неизмеримо повышают роль химической индустрии в борьбе за технический прогресс и развитие экономики страны, — сказал товарищ Н. С. Хрущев в докладе на Пленуме ЦК КПСС 19 ноября 1962 года.—Химические материалы все шире пробивают себе дорогу как заменители материалов, которые раньше считались незаменимыми... Советский Союз обладает неограниченными сырьевыми возможностями для производства новых химических веществ».

Брошюра В. А. Мезенцева «Мир полимеров» рассказывает о самых перспективных и интересных химических материалах. Читателю, который захочет познакомиться подробнее с достижениями химической науки и технологии производства новых материалов, рекомендуем прочитать брошюры А. Я. Авербуха «Это из древесины», Б. И. Лосева «Твердый газ», В. А. Боярского и И. П. Кириченко «Химия-рудокон», А. Колпакова и В. Лосева «Щедрая кремнийорганика» и А. Б. Даванкова «Иониты», вышедшие в 1962 году в серии «Техника».

Автор  
Владимир Андреевич Мезенцев

Редактор С. М. Иванов  
Техн. редактор О. В. Кудрявцева  
Корректор З. С. Патеревская  
Обложка В. Пивоварова

---

Сдано в набор 5.X 1962 г. Подп. к печати 21.XI 1962 г. Изд. № 359.  
Формат бум. 60×92<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бум. л. 1,75. Печ. л. 3,5. Уч.-изд. л. 3,49.  
А 10723. Цена 11 коп. Тираж 57 000 экз. Заказ 3182.  
Издательство «Знание». Москва, Центр. Новая пл., д. 3/4.

---

Типография изд-ва «Знание». Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4.

## Наш друг — химия

Создание материально-технической базы коммунизма органически, самым тесным образом связано с мощным всесторонним прогрессом науки и техники. И одно из главных направлений этого прогресса — широкое внедрение достижений химии. Недаром в наш век говорят о трех китах совершенствования техники — электрификации, автоматизации и химизации.

В свое время К. Маркс высказал научно обоснованную мысль о том, что в будущем химические методы переработки различных веществ станут играть все большую роль, поскольку они обладают значительными преимуществами перед механическими способами обработки. Применение методов химии сулит серьезную экономию общественного труда, дает возможность использовать массовые, дешевые виды сырья и сохранять природные богатства.

Развитие науки и техники полностью подтвердило предвидение Маркса.

Теперь мы видим, как химическая наука проникла поистине повсюду, стала могучим двигателем технического прогресса, как она революционизирует производство. Она позволяет наиболее полно и целесообразно использовать богатства природы, превращать такое дешевое сырье, как, например, нефтяные и природные газы, в ценнейшие химические продукты, в разнообразные товары народного потребления.

Важнейшие отрасли промышленности — самолетостроение и ракетостроение, радиотехника и электротехника, машиностроение и атомная промышленность — тесно связаны с химией. Их дальнейшее развитие во многом зависит от ее успехов. Ни одну сложную современную конструкцию, будь то автомобиль, ракета или электронный прибор, нельзя создать без материалов синтетической химии.

Быстро развивающаяся техника требует все новых и новых материалов, сочетающих в себе самые разнообразные свойства. Дать такие материалы природа не может. И то, что не в состоянии сделать природа, создает человеческий гений. Особенно широко и плодотворно развивается химия высокомолекулярных соединений, или полимеров, — искусственных и синтетических волокон, пластических масс, каучуков, кремнийорганических веществ. По химическому составу и строению все эти разновидности веществ близкие родственники смол. Поэтому их нередко называют просто смолами.

Соревнуясь с природой, химики нашли неограниченные возможности для создания самых различных, качественно новых веществ с необходимыми нам свойствами.

Пластмасса из камыша и кукурузных кочерыжек. Нарядная легкая ткань из нефтяных газов. Прочнейший морской канат из продуктов переработки каменного угля. Спирт и каучук из древесных опилок... Полвека назад все это было смелой фантазией. Теперь это действительность.

Глядя на красивый флакон с ароматными духами, трудно представить себе, что они изготовлены из угля. Между тем это самое обычное, рядовое достижение химической науки.

После соответствующей переработки химики получают из угля красители и взрывчатые вещества, резину и пластические массы, стрептоцид и аспирин.

На предприятиях коксохимической промышленности перерабатывается примерно пятая часть всего добываемого в СССР каменного угля. При этом можно получить огромное количество сырья для полимерной промышленности. Каменноугольная смола, получаемая в производстве кокса, содержит 270 различных химических веществ.

Уже давно нефть называют черным золотом. Но теперь, пожалуй, она стала нам дороже золота.

Известно, что из сырой нефти получают бензин и керосин, соляр и мазут, различные смазочные масла. Но это лишь малая часть того, что дает теперь нефть народному хозяйству. Вазелин и парафин, духи и мыло, краски и лекарства, дезинфицирующие и взрывчатые вещества, уксусная кислота и колесная мазь — вот что такое нефть в наши дни.

В 1965 году для производства различных синтетических продуктов намечено использовать более 2,5 млн. т углеводов из попутных нефтяных газов. Для производства такого же количества продукции из пищевого сырья потребовалось бы израсходовать более 300 млн. пудов зерна.

А каким неисчерпаемым, по существу даровым источником сырья для полимерной промышленности являются отходы лесной и деревообрабатывающей промышленности, дикорастущие растения и отходы сельского хозяйства. Из подсолнечной лузги, хлопковой шелухи, стеблей хлопчатника, куку-

рузной кочерыжки, соломы и камыша специальной химической переработкой (гидролизом) получают ценнейший материал для изготовления пластических масс и некоторых синтетических волокон — фурфурол. При переработке одной тонны кукурузной кочерыжки можно получить 150 кг фурфурола.

Химия и товары народного потребления. Какие заманчивые и необозримые перспективы открываются здесь! Разнообразные, невиданные прежде ткани, ковры, которые не боятся ни огня, ни воды, необычная посуда, всегда сухая обувь и безразмерные чулки, меха и мебель — все это уже дает человеку современная химия. Скоро полимеры станут в производстве таких предметов главными, незаменимыми.

Можно предполагать, что химия уже в недалеком будущем сдаст в архив истории все ткани. Одежда будет изготавливаться из полимерных пленок, обладающих всеми необходимыми человеку свойствами.

Успехи химии в области создания полимерных веществ — одно из самых выдающихся научных достижений XX века.

Многообразие свойств, легкость переработки в изделия, экономическая доступность и широкая сырьевая база — все это делает производство полимеров важнейшей отраслью современной промышленности. Развитие этой отрасли идет исключительно быстрыми темпами. Достаточно сказать, что мировое производство синтетических полимерных материалов теперь уже более чем в два раза превосходит выпуск меди, алюминия, цинка и других цветных металлов.

Век полимеров — так называют наше время, и в этом нет преувеличения. Полимеры властно входят в нашу жизнь. Они служат могучим средством технического прогресса, являются новым огромным источником сырья в производстве товаров, предназначенных для советских людей.

Широкое развитие промышленности синтетических материалов даст нашему народу изобилие товаров народного потребления, сделает его жизнь еще более обеспеченной.

Вот почему Коммунистическая партия придает такое огромное значение ускоренному развитию химической промышленности. Прогресс химии служит в нашей стране жизненным интересам народа, великому делу строительства коммунизма.

Четыре с половиной года назад, на майском (1958 г.) Пленуме ЦК КПСС партией был разработан и принят план ускоренного развития нашей химической промышленности, особенно производства синтетических материалов и изделий из них.

Постановление майского Пленума открыло путь к созданию в нашей стране «большой химии». И сейчас уже можно говорить о серьезных достижениях в этой области. Десятки заводов и крупных производств, выпускающих минеральные удобрения, синтетический каучук, пластические массы, хими-

ческие волокна, вошли в строй нашей химической индустрии.

Грандиозное развитие химической промышленности и химической науки намечается в плане великих работ на двадцатилетие. Продукция химии возрастет примерно в 17 раз. И особенно быстро будет развиваться промышленность полимеров. Эти замечательные материалы XX века по праву займут главное место во многих отраслях хозяйства.

Большая советская химия, как добрый друг, входит в нашу жизнь. Дары ее неисчислимы.

«Химии принадлежит великое будущее, — говорил Н. С. Хрушев. — Это такая отрасль индустрии, в которой с каждым годом открываются все новые большие возможности».

Эти возможности поднимут на огромную высоту господство людей над природой, позволят нам увереннее и энергичнее управлять ее стихийными силами.

## Гиганты микромира

Уже давно установлено, что все вещества состоят из мельчайших материальных частиц — молекул разных размеров и форм. В мире этих частиц есть молекулы-карлики, состоящие из нескольких атомов, и молекулы-гиганты, объединяющие множество атомов. Особую роль в образовании таких гигантов микромира играют атомы углерода. Соединяясь с атомами других химических элементов, они способны образовывать молекулы, в которых нередко содержатся сотни тысяч и даже миллионы атомов.

Вещества с такими молекулами называют высокомолекулярными. Многие из них и являются полимерами. Но не все. Скажем, белок — вещество высокомолекулярное, но это не полимер.

Молекула полимера (от греческих слов *поли* — много и *мерос* — доля, часть) образуется в результате последовательного присоединения друг к другу простых молекул — мономеров. Она напоминает собой как бы длинную цепочку, состоящую из множества звеньев. Так, молекула широко известной пластмассы полиэтилена состоит из многих десятков тысяч маленьких молекул газа этилена.

Отдельные звенья полимерной молекулы — цепочки связаны друг с другом очень прочно, большими химическими силами, поэтому полимерные материалы обладают исключительной прочностью.

Другая характерная особенность полимерных молекул — их гибкость. Это не жесткие палочки, как спички в коробке, а гибкие цепи, форма которых непрерывно меняется в зависимости от температуры. Сочетание высокой прочности с упругостью — характерное свойство полимерных материалов.

Полимерами могут быть и некоторые неорганические вещества, т. е. вещества, не содержащие атомов углерода, например слюда, асбест и другие.

Чем больше звеньев в молекуле полимера, тем выше ее взаимодействие с другими молекулами. Даже если связи между отдельными звеньями малы, большое число звеньев образует такую связь между молекулами, что легче порвать молекулярную цепь, чем вытянуть одну молекулу из окружения других.

Органический полимер представляет собой пачку цепей, состоящих в основном из атомов углерода, водорода, кислорода и иногда азота. Каждую такую цепь можно сравнить с листом писчей бумаги в стопке. А вся стопка — пачка цепей. Она может сворачиваться в ленты, скручиваться в шарики.

Процесс образования высокомолекулярных соединений открыл еще в прошлом веке А. М. Бутлеров. Созданная им теория строения вещества позволила синтезировать (от греческого слова *синтезис* — соединение) из многих простых исходных материалов — мономеров — сложные полимерные соединения.

Многие полимеры создает сама природа. К ним относятся, например, хлопок, шерсть, волокна шелка, натуральный каучук, древесина. Однако число таких веществ невелико, и мы не можем существенно изменять их свойства. Химики же создают множество синтетических полимеров. Изменяя характер исходных молекул, они неограниченно варьируют свойства материалов и даже получают полимеры с заранее заданными свойствами.

Еще лет 25—30 назад такие материалы считались неполноценными заменителями металла, текстильных волокон, натурального каучука. Теперь синтетические полимеры — это новый класс материалов, который по своим свойствам и возможностям значительно превосходит все известные нам природные материалы.

Первые искусственные полимеры — эбонит и целлулоид — были созданы еще в прошлом веке. Они получили название пластических масс и сразу же завоевали широкое признание за одно ценное свойство. Новые химические материалы легко поддавались различной обработке: их можно было прессовать и отливать в формы при высокой температуре, сверлить и склеивать. Один нажим пресса — и деталь сложной конфигурации готова.

Семья полимеров росла, множились их ценные качества, полимеры одерживали все новые победы в великом соревновании с природой. То, что не производила и не могла дать природа, создавалось в лабораториях химиков. И сегодня уже нелегко рассказать обо всем разнообразии и обо всех свойствах синтетических полимерных веществ.



...В механизме бесшумно работают шестеренки; они сделаны из полимера. Тонкая полимерная пленка спасает зерно нового урожая от непогоды. Легкие нержавеющие трубы из пластмассы полиэтилена выдерживают давление до 20 атм. Такой трубе не страшен мороз: если вода в ней замерзнет, она увеличится в объеме, но не лопнет.

...Человек бросает на пол горящую спичку, папиросу. Разливает масло, бензин. Никаких следов! Пол покрыт эластичным каучукоподобным полимером. Вы лежите под горячим солнцем не раздеваясь и... загораете. Секрет в одежде: она из полимера, хорошо пропускающего ультрафиолетовые лучи.

Еще недавно обычное, быющее стекло было единственным стеклом в оптических приборах. Сейчас оптические линзы можно сделать из прозрачного стекловидного полимера; они легче стеклянных, очень прочны и изготавливаются простым прессованием...

В большой многообразной семье искусственных полимеров нетрудно выделить несколько обособленных групп. Это деление основано на том, что молекулярные цепочки в полимерах обладают разной подвижностью.

Когда длинные молекулы полимера очень подвижны, принимают любую изогнутую форму, легко вытягиваются и могут перемещаться друг относительно друга, перед нами синтетические каучуки.

Такие полимеры характеризуются высокой упругостью, эластичностью, мягкостью при температурах от минус 60 до плюс 150° и выше. Они могут растягиваться в несколько раз против своей первоначальной длины и возвращаться к исходным размерам, как только перестанут действовать растягивающие их силы. Растягивая каучук, мы распрямляем его молекулы. Подвижность молекул каучукоподобных полимеров объясняется небольшим межмолекулярным взаимодействием между ними.

Большую группу родственных полимеров образуют пластические массы. Здесь подвижность молекулярных цепочек уже невысока, молекулы менее гибки, более жестки. При растяжении эти полимеры дают небольшое удлинение.

В обычных условиях пластмассы — твердые тела, очень прочные и достаточно упругие. Они начинают размягчаться только при высокой температуре. При низких температурах пластическая масса становится хрупкой.

Синтетические волокна — еще одна большая группа полимеров. Сюда входят полимеры, из которых при высокой температуре можно получать очень прочные ориентированные нити, а попросту говоря, прясть волокно, причем волокно с невиданными прежде свойствами.

У полимеров этой группы очень высокая температура размягчения.

Наконец, многие полимеры объединяются в группе синтетических лаков и красок. Они характерны прежде всего тем, что прочно соединяются с различными материалами — деревом, металлом, стеклом. Очень стойки такие полимеры к механическим воздействиям, к высокой температуре. Они противостоят влаге.

Приведенное выше деление полимеров в известной мере условно. И с развитием химии высокомолекулярных соединений оно становится все менее оправданным. Уже сейчас есть немало полимеров, близких по своим свойствам, скажем, к пластмассам и к синтетическим волокнам. Созданы полимеры в равной мере родственные каучукам и пластическим массам. О таких полимерных веществах-гибридах мы поговорим подробнее дальше. А сейчас побеседуем об основных путях получения полимеров.

К одной из наиболее типичных реакций образования полимеров относится реакция полимеризации (т. е. реакция присоединения).

Все ли молекулы способны к полимеризации? Нет, далеко не все. Это зависит от строения молекул и от характера межатомных связей в них.

Когда между атомами в молекуле использованы все связи сцепления, химическое соединение (оно называется насыщенным) не способно полимеризоваться. Но есть и другие соединения, ненасыщенные, в которых углерод не использует всех своих связей. Примером может служить тот же этилен или ацетилен. Одна из углеродных связей у этих веществ может сравнительно легко размыкаться и давать возможность молекуле присоединять новую молекулу, за ней третью и так последовательно новые десятки и сотни молекул с размыкающимися связями.

Так происходит процесс полимеризации вещества. Он носит цепной характер.

Другой путь полимеризации — когда молекулы-мономеры имеют циклическое (т. е. кольцевое) строение и кольцо атомов непрочно. Разрушая его, можно получить развернутую линейную молекулу, на концах которой после разрыва останется по одной свободной связи. Такая связь способна соединять новые разорванные молекулы. Возникающий процесс полимеризации носит тот же цепной характер.

Полимеризацией получают множество разнообразных синтетических материалов. Именно этой реакции полимеры обязаны своим названием. Но она не единственная. Другой химический путь создания полимерных веществ — поликонденсация.

Эта реакция протекает всегда с выделением побочных продуктов — углекислоты, воды, аммиака. В этом основное отличие поликонденсации от полимеризации.

В последнее время химическая наука открыла новые пути создания полимеров — еще более совершенные пути, которые дают нам уже возможность получать вещества с заранее заданными свойствами. Об этих методах мы расскажем, когда речь пойдет о последних достижениях химии полимеров.

## **Вот что такое пластмасса**

В Программе КПСС пластмассам заслуженно отведено почетное место: за 20 лет выпуск синтетических смол и пластических масс возрастет в 60 раз!

19—21 млн. т пластмасс — почти в 5 раз больше их нынешнего производства во всем мире — таким будет у нас производство этих материалов в 1980 году.

Из трех царств природы — мира минералов, мира растений и мира животных — брал человек сырье для производства необходимых ему материалов. Но с развитием техники природные поставщики все меньше и меньше удовлетворяют нашим требованиям. На передний край технического прогресса вышли теперь искусственные и синтетические материалы, и среди них пластмассы.

Характерная черта пластических масс — поразительное многообразие свойств. Пластмассы легче, чем металлы; в среднем они вдвое легче алюминия и в 5—8 раз легче стали. Но есть пластмассы прочнее стали, из них можно изготавливать даже танковую броню.

В одной и той же пластмассе часто сочетаются самые разнообразные ценные свойства, например эластичность, упругость и очень высокая прочность.

В одном случае пластическая масса служит прекрасным материалом для массивного корпуса машины. В другом из нее делают тончайшую пленку толщиной в 10—20 мк.

Пенопласты, или поропласты, в десятки раз легче пробкового дерева. Лодка, сделанная из этого материала, даже наполненная до краев водой, не тонет. Пенопласт напоминает по виду губку, но он не пропускает ни воды, ни воздуха, он прекрасный теплоизолятор.

Известна пластмасса, которая по химической стойкости превосходит золото и платину. Это фторопласт-4, или тефлон. Ее не разъедают даже самые крепкие кислоты и их смеси. Она не горит и не набухает в воде, остается неизменной при охлаждении до 100° ниже нуля и при нагреве до 300°. Если фторопластовыми пленками покрыть спортивные лыжи, они будут скользить по снегу при любой температуре.

Пластические массы можно прессовать и отливать в формы, сваривать и вытягивать в ленты, резать и фрезеровать. Их можно окрашивать в яркие цвета самых разнообразных оттенков.

ков. Это позволяет создавать материалы, похожие на слоновую кость, янтарь и другие природные материалы.

Все эти качества делают пластмассы незаменимым материалом для решения многих сложных технических задач. Легкие и прочные, заглушающие звук, не проводящие тепло, жароустойчивые и кислотостойкие, они могут удовлетворить любое требование конструктора.

Самое разнообразное, порой неожиданное, удивительное применение находят пластмассы в технике и быту.

..По крутому спуску трамплина мчится лыжник. Вот он уже оторвался от него, описал в воздухе плавную дугу и, коснувшись земли, замедляет бег.

Обычная картина, скажете вы. Да, обычная — зимой. А летом?

А летом такую возможность дает нам пластмасса. Роль снега на трамплине и на беговой дорожке может успешно выполнять полихлорвиниловая смола. По мягким цинковкам из этой пластмассы лыжи скользят не хуже, чем по настоящему снегу.

Ленинградский завод имени «Комсомольской правды» выпускает необычную продукцию — хрусталь из пластмассы полистирола. Стоит такой искусственный хрусталь в десять с лишним раз дешевле натурального, а по виду ничем от него не отличается.

В медицине известно заболевание, когда срстаются тазобедренные суставы и человек не может ходить. Операция помогает, но ненадолго; через некоторое время суставы вновь срстаются. Теперь же для того, чтобы сустав оставался все время подвижным, на его головку при операции надевают колпачок из пластмассы, и суставы уже не срстаются.

Однажды в багаж научной экспедиции, отправляющейся в далекий путь, положили свежий хлеб, завернутый в особую упаковочную бумагу. Когда экспедиция прибыла на место работ, хлеб развернули, и, хотя прошло уже много недель, он оказался таким же свежим, словно только что поступил из пекарни! Причиной была упаковочная бумага. Основа такой бумаги пропитывается парафином и полиэтиленом. Эти вещества как бы сваривают поры и швы бумаги, что исключает возможность проникновения воздуха в сверток. Приготовленная таким образом основа соединена, кроме того, лаком с алюминиевой фольгой.

Борьба с коррозией металлов. Кому не известно, какое огромное народнохозяйственное значение она имеет! Тонкие пленки из полиэтилена, винипласта, тефлона и других полимерных материалов могут служить надежной броней не только для металла, они сохраняют от разрушения также дерево и бетон.

Уже созданы установки, при помощи которых разогретая

в пламени газа пластмасса наносится ровным слоем на поверхность любого изделия.

На Куковском химическом заводе, под Москвой, где в свое время работали Д. И. Менделеев и Н. Д. Зелинский, теперь стоят их скульптурные фигуры. Они выполнены очень тонко и выразительно. Материалом для них послужили не мрамор и не гранит, а новые синтетические вещества — сополимеры.

Переплеты из пластмассы для книг и альбомов не боятся никакой сырости. Их можно даже мыть водой с мылом. На таком переплете легко сделать тисненый узор, рисунок. Обычно здесь используют поливинилхлоридные пленки. Сваривать их можно токами высокой частоты.

Искусственные самоцветы. Их можно получить из аминопластов. Так называют одну из синтетических смол. Изделия из аминопластов, и не только самоцветы, радуют глаз яркостью красок, изяществом формы и отделки.

Уже давно ученые ведут борьбу с испарениями нефтепродуктов из резервуаров. Потери от испарения, особенно в жаркое время года, до сих пор огромны. Особая крыша из плавающих в резервуарах мельчайших пластмассовых шариков, заполненных азотом, плотно закрывает поверхность нефти или бензина при любом уровне и снижает потери за счет испарений в 6—7 раз.

Пластмассовый бетон — так называли созданную в США особо прочную пластмассу. По своему внешнему виду она действительно напоминает бетон, но прочность этого необычного бетона в 8 раз выше, чем у обычного.

На бумагоделательных машинах можно производить теперь пластмассовую бумагу. Вместо древесной пульпы используется акриловое пластмассовое волокно. Такая пластмассовая бумага почти не поглощает влаги и обладает стойкостью к воздействию всех обычных растворителей.

На одном из зарубежных заводов синтетических материалов выпускают перчатки из тонкой пластмассовой пленки. Она так тонка, что почти не ослабляет осязания пальцев. Отпечатки их так же четки, как и сделанные голыми пальцами.

В США создана оригинальная пластическая масса, которая губительно действует на большинство бактерий и вообще микроорганизмов. Такая пластмасса нашла хорошее применение: из нее делают детские игрушки, лестничные перила, дверные ручки. В течение нескольких лет эти изделия сохраняют свое необыкновенное свойство.

В Германской Демократической Республике были созданы настольные часы, почти все детали которых сделаны из пластмасс. Часы работают без всякой смазки и видимых следов износа.

Да, пластмассы — материалы неограниченных возможностей! Что же они собой представляют?

Основой современных пластических масс служат синтетические смолы. Они изготавливаются из дешевых продуктов перегонки каменного угля, из природных и попутных нефтяных газов, а также из продуктов нефтепереработки.

Некоторые пластические массы, как, например, полиэтилен и полистирол, состоят полностью из смол, т. е. чистых полимеров. Но большинство содержит, кроме того, и другие вещества, которые придают изделиям механическую прочность, устойчивость к высоким температурам, эластичность и прочие ценные свойства.

Синтетическая смола тут служит основным веществом, а в качестве дополнительных составных частей берут пластификаторы (мягчители) и наполнители. Пластификаторы облегчают переработку пластмассы, придают ей пластичность, а также некоторые другие свойства. Наполнители позволяют сократить расход связующего материала — смолы и значительно снижают стоимость пластмассы. В то же время они повышают механическую прочность или придают пластмассе теплостойкость, огнестойкость и другие ценные качества.

Наполнителями служат самые разнообразные вещества, например, древесная мука и древесная стружка, бумага, хлопчатобумажная ткань, песок, асбест, стеклянные волокна.

Мы уже говорили, что пластмассы можно окрашивать в яркие цвета самых разнообразных оттенков. Для этого красители вводятся в состав пластмассы при ее изготовлении.

Одной из самых распространенных в настоящее время пластических масс является полиэтилен. По химическому составу он подобен продуктам нефтепереработки — бензину, маслам, парафину, но его молекулы это молекулы-гиганты. Высокая химическая стойкость, полная безвредность, легкость обработки — эти качества полиэтилена открыли ему широкие двери в нашу жизнь.

Пластмасса полиэтилен гибка и прочна, может быть бесцветной и легко окрашивается, хорошо прессуется, штампуются, вальцуется, обрабатывается на станках, отливаются в формы. Из нее можно делать, помимо труб, нити и ленты, листы и тонкие пленки, которые не боятся ни масел, ни бензина, не пропускают водяные пары и газы.

Цистерны, бочки, контейнеры, ведра из полиэтилена не требуют покраски, не ржавеют, очень легки. Стоят они значительно дешевле металлических. Стаканы, флаконы, бутылки и банки из этого материала не боятся удара и сжатия, хорошо моются.

Прочные полиэтиленовые пленки находят самое разнообразное применение. Такая пленка надежно предохраняет от усушки сыры, молочные и мясные товары. Из полиэтиленовой

пленки изготовляют свертывающиеся карманные ботинки и калоши.

В нашем сельском хозяйстве легкие и прочные пленки из полиэтилена заменяют тяжелый и дорогой брезент для укрытия зерна и овощей от непогоды при их перевозке и хранении. Они хорошо пропускают ультрафиолетовые лучи и с большим успехом используются в теплицах и парниках вместо стекла: растения развиваются лучше, быстрее. Температура почвы под таким укрытием в среднем на 5—6° выше, чем в открытом грунте. В Латвийской ССР и Ленинградской области огурцы, укрытые пластмассовыми пленками, поспевают почти на месяц раньше.

К тому же замена стекла пленками намного снижает стоимость парников. Значительно ниже стоимость силоса, заложённого в огромных мешках из полиэтиленовой пленки, не пропускающих ни влаги, ни воздуха. Потери питательных веществ при этом составляют не более 6% против 20—50% при хранении в обычных силосных ямах.

Интересна полиэтиленовая картофелечистка. На время работы ее присоединяют к водопроводному крану. Струей воды приводится в движение небольшая турбинка, а последней — терочный диск. Чистка килограмма картофеля занимает три минуты.

Полиэтилен — один из лучших изоляторов; это прекрасная изоляция для высокочастотных кабелей, применяемых в радиолокации и телевидении.

Другим перспективным видом пластических масс является полипропилен. По свойствам он близок к полиэтилену.

Очень важно еще то, что полиэтилен и полипропилен медленно изменяют свою температуру. Нетрудно понять, насколько ценным может быть это свойство при хранении различных продуктов. При одних и тех же условиях в металлической посуде продукт нагревается до 10°, а в упаковке из полипропилена лишь на 1,5—2°.

Один из главных потребителей пластмасс — наша машиностроительная промышленность. Мы уже говорили о пластмассовых шестернях. Это только одно из многочисленных применений пластмасс в машиностроении. Подшипники и вкладыши, втулки и тормозные колодки — все это теперь начинают изготовлять не из металла, а из пластмасс.

Одна из распространенных пластмасс — текстолит представляет собой слоистый прессованный материал из ткани, пропитанной раствором искусственной смолы — бакелита (изготавливаемой из формальдегида и фенола). Шестерни из текстолита в несколько раз легче и прочнее стальных, а подшипники выдерживают огромную нагрузку — до 2,5 т на квадратный сантиметр. Используют их для экскаваторов, прокатных станов, гидротурбин и т. д.

Если вместо ткани взять тонкие листы древесины, древесную крошку, стеклянное волокно или бумагу, можно получить высокопрочные пластики (древесно-слоистый пластик, стеклопластик и другие); детали машин и механизмов, сделанные из них, часто превосходят металлические по своей прочности и долговечности.

Из стеклопластической массы можно делать даже пружины. Они хорошо работают при температуре от минус 20 до плюс 70°. По прочности и упругости эти пружины превосходят стальные. После 20 млн. сжатий — растяжений стальная пружина потеряла 35% своей упругости, а из стеклопластика — только 6.

Одна из важнейших задач современной техники — создание материалов, обладающих наряду с высокой прочностью малым весом, стойкостью к воздействию влаги, света, тепла, электрического напряжения. Всем этим требованиям отвечают стеклопластики.

Без преувеличения можно сказать: возможности применения в машиностроении пластических масс бесконечны. «Прочен, как металл» — нередко говорим мы. Наше время подсказывает новое, столь же верное сравнение: «Прочен, как пластическая масса»! Этот прочный и упругий, красивый и легкий материал идет на смену черным и цветным металлам, одерживает над ними победу.

Пластмассовый токарно-винторезный станок. Такой необычный станок уже не фантазия, а действительность. Шестерни, направляющие, гайки, многие другие детали этого станка пластмассовые. А в чем же его преимущество? Работает он бесшумно, станок более точен и быстроходен. Его проще и дешевле изготовить, а работать он будет значительно дольше.

Серьезным соперником металла в машиностроении становится синтетическая смола капрон. Эта чудесная смола (как и вся группа полиамидов, в которую входит капрон) — прекрасный материал для деталей машин. Такие детали быстро изготавливаются, долговечны в работе, а когда, наконец, выходят из строя, их легко вновь пустить на переработку.

Рязанский станкостроительный завод производит теперь уже свыше 120 различных деталей из капрона.

Надо сказать, что применение деталей из новых материалов ведет к улучшению режима работы машин и механизмов, дает большую экономию по многим показателям.

В одном из павильонов Выставки достижений народного хозяйства внимание нефтяников привлекает турбобур со съемными рабочими колесами из пластмассы. Преимущества усовершенствования очевидны. Раньше при поломке рабочих колес выходил из строя весь агрегат. Сейчас достаточно сменить колеса, и турбобур продолжает работать. Скорость бу-



рения при пластмассовых колесах повышается в 2—3 раза!

Втулки из древесных пластмасс без всякой смазки работают в 3—4 раза дольше, чем металлические шарикоподшипники. Так открылась возможность экономии смазочных масел, не говоря уже об экономии металла.

Немало расходуется у нас чугуна на изготовление тормозных колодок. Теперь завод «Харпластмасс» освоил их производство из пластмассы — фенолформальдегидной смолы с наполнителем из асбеста. Опыт эксплуатации новых колодок на прядильных машинах показал, что они в 3—5 раз долговечнее металлических.

Высокая прочность и высокий коэффициент трения делают их очень ценными для использования на транспорте. Колодки из пластмассы не горят, не дают искры. Кроме того, они очищают и полируют поверхность колес, что способствует увеличению срока их службы.

Крупный потребитель пластических масс — наше автомобилестроение. Пластмассы сокращают здесь на 20—25% расход стали и на десятки килограммов снижают вес машины, уменьшают расход бензина, позволяют в более короткие сроки перейти от выпуска одной марки машины к другой.

В современной легковой автомашине имеется уже более 200 пластмассовых деталей. Всесторонне испытаны автомобильные кузова из стеклопластика. Их высокие качества бесспорны. Кузов ГАЗ-69 выдержал на «отлично» 30 тыс. км пробега, а снижение веса машины позволило уменьшить расход бензина на 2 л на каждые 100 км.

Перед нами автомобильная рессора. Обычно это соединенные вместе стальные пластины. Но здесь металла нет. Она изготовлена на основе синтетической полиэфирной смолы. А долговечность? В 5 раз выше, чем у листовой стали.

Испытания грузовой машины с подрамной подвеской из пластмассы дали очень хорошие результаты: грузовик шел так же мягко, как и легковая машина.

Без новых синтетических материалов вообще невозможно дальнейшее развитие самолетостроения. В современных реактивных самолетах число деталей из полимерных материалов исчисляется уже многими десятками тысяч.

Из стеклопласта изготавливают железнодорожные и автомобильные цистерны для нефти и других продуктов. Кузова шахтных вагонеток из стеклопласта вдвое долговечнее металлических и весят не 190, а 80 кг.

Тысячи пластмассовых деталей в электросчетных машинах. Применение полиамидных смол для изготовления таких деталей снижает затраты на 50—60%, повышает точность, обеспечивает бесшумный и плавный ход, упрощает контроль.

Доля пластмасс и синтетических смол в производстве средств связи уже сейчас достигает 40% к весу всех изделий.

Многообещающие перспективы сулят стеклопластики, эти удивительно прочные пластмассы, судостроению. Они приходят здесь на смену стали и дюралю. Стеклопластики почти в 2,5 раза легче алюминия, а по прочности поспорят с лучшими сортами стали. Что же касается устойчивости к воде и солям, в ней растворенным, но тут стеклопластику очень трудно подыскать замену.

В экспериментальном цехе Нагатинского судостроительного и судоремонтного завода создан пластмассовый теплоход на 65 пассажирских мест. Длина его достигает почти 25 м. Приводит в движение судно двигатель в 150 л. с. Весит он втрое легче обычного. Судну из стеклопластика не страшна ржавчина. Оно немагнитно. Для его создания не нужны стапеля, отпадает необходимость в сварке и клепке.

Красивые, долговечные пластмассовые суда выходят на речные и морские просторы. Батумский судостроительный завод уже выпускает серию новых катеров. Советские конструкторы создали спасательные и большие моторные лодки из стеклопластиков. Во многих отношениях лучше спортивные каное и байдарки из пластмассы.

Если бы сейчас провели конкурс на лучший строительный материал, то победу одержали бы не бетон и не кирпич, не металл и не дерево, а пластмассы.

В самом деле, какой бы из старых строительных материалов мы ни взяли, каждый из них имеет существенный недостаток. Очень прочен и долговечен гранитный камень, но он с трудом поддается обработке. Легко строить из дерева, но такие постройки недолговечны, они боятся огня, дерево быстро стареет, начинает гнить. Прочен металл, например сталь, но она дорога и тяжела, кроме того, для нее опасна сырость. Металл начинает ржаветь и разрушаться.

Такой ценный строительный материал, как железобетон, также обладает одним серьезным недостатком — он очень тяжел.

Из кирпича не построишь крыши, из кровельного железа — стен, а из дерева — водопровод и канализацию. Между тем пластмассы удовлетворяют любому требованию строителя. Эти материалы могут быть прочными, как бетон, и прозрачными, как стекло, вечными, как гранит, и обрабатываться так же легко, как дерево, они не горят в огне и не ржавеют на воздухе.

Стекловолокнистые армированные пластмассы, например, обладают легкостью сухого дерева и прочностью стали. Они не горят, не гниют и не ржавеют, к тому же они в 20 раз легче кирпича. Стены из стеклопластика хорошо сохраняют тепло и звуконепроницаемы, а легкие прочные крыши совсем не боятся влаги. Применение стеклопластиков в строительных конструкциях облегчает их вес в 5—10 раз.

Многообразное применение найдут на стройках и другие пластмассы, например пластик, состоящий из нескольких слоев бумаги, пропитанных синтетической смолой и спрессованных. Такому материалу можно придать любой рисунок, любой вид, например карельской березы или красного дерева. Это вечные и очень красивые обои.

Прекрасный строительный материал — древесно-стружечные и древесно-волокнистые пластики. Сырьем для них служат древесные стружки, спрессованные с синтетической смолой, или же специально обработанная древесная масса. Легкие древесно-стружечные плиты применяют для тепловой и звуковой изоляции. Более тяжелые идут на перегородки. Самые тяжелые — на пол.

Прекрасно выглядит пол из древесно-волокнистых плит, отделанных под ценные породы древесины. Впрочем, пол в новом доме можно сделать сейчас и другим способом. Воспользовавшись специальной пластмассой, его заливают наподобие зимнего катка. На ровную и чистую поверхность пистолетом-краскораспылителем наносят пластмассовую пасту; толщина слоя всего 3—5 мм. Такой пол значительно дешевле линолеума и паркета; он изнosoустойчив и водонепроницаем.

А как хороши для стен ванной комнаты или кухни облицовочные плитки из полистирола! Прочные, радующие глаз приятной расцветкой, водонепроницаемые.

Прекрасным теплоизоляционным материалом в строительстве служат пенопласты и поропласты — пластмассы, состоящие из множества замкнутых ячеек, заполненных воздухом или другим газом.

Пенопластик стиропор (его готовят из полистирола) по своим теплоизоляционным качествам несравним с другими. Стиропор толщиной в один сантиметр держит тепло так же хорошо, как кирпичная стена в 20 см.

Перед нами разноцветный материал, словно сотканный из пуха и воздуха. Это вспененная пластмасса полиуретан. Несмотря на свой воздушный вес, он достаточно прочен. Из него делают теплоизолирующие прокладки в авиационном и транспортном машиностроении. Хороша эта пластмасса для изготовления мягкой мебели. Она может служить и великолепным матрасом.

Мебель и трубопроводы, окна и двери, санитарно-техническое оборудование — все это производится из пластмасс, универсальных строительных материалов.

А вещи в комнате? Чернильный прибор и корпус телевизора, телефонный аппарат и электрический выключатель, полки и посуда — все это делают из пластмасс. Качество таких изделий выше, чем товаров, изготовленных из натурального сырья.

На вооружении американских каменщиков недавно по-

явился строительный раствор особой вязкости, в состав которого входят эпоксидные смолы. Старые вяжущие материалы были самыми ненадежными элементами каменной кладки. Новый раствор прочнее самих кирпичей. Его наносят очень тонким слоем на гладкие кирпичи и цементные блоки.

В нашей стране сборно-разборные дома из пенопластов для дрейфующих станций «Северный полюс» с успехом выдерживают испытания в суровых арктических условиях. В недалеком будущем такие дома найдут применение на строительстве железных дорог и гидростанций, на полевых станах и пастбищах.

Проектируя первые многоэтажные жилые дома из пластмасс — «дома будущего», наши архитекторы предусматривают стены таких домов как бы трехслойными. Наружный слой самый прочный; он состоит из стеклопластика, которому нипочем любая непогода. Средний слой стены — это «шуба» дома, хранящая комнатное тепло; она представляет собой как бы пчелиные соты, изготовленные из пропитанной смолой бумаги и заполненные легчайшим пенопластом — мипорой. А внутренняя поверхность стен отделывается красивым декоративным пластиком самой различной расцветки.

В таком доме нет нужды белить потолки и оклеивать стены обоями. В нем не заведется плесень или жучок-древоточец. В квартиру не проникнут посторонние звуки. Зимой в помещении будет тепло, а летом прохладно. Предварительные расчеты показывают, что пластмассовый дом в 3—4 раза легче обычных зданий. Строительство его обойдется намного дешевле.

В Ленинграде, на Выборгской стороне, уже построен экспериментальный дом, который весь состоит из пластических масс. В нем три комнаты, кухня и ванная.

Синтетические полимерные материалы индустриализируют строительство. Широкое применение их позволит организовать массовое поточное производство зданий, которые на строительной площадке будут монтироваться с помощью легчайших механизмов.

Сделать пластмассовый дом можно целиком на заводе. Чтобы привезти все части одноэтажного дома на место сборки, хватит одной грузовой автомашины. Два-три человека смогут собрать его в течение рабочего дня.

Пластмассы и медицина... С каждым годом растет их дружба. Пластические массы находят все более широкое и буквально сказочное применение на службе здоровья. Из них делают искусственные ребра, суставы и сухожилия. Из акрилата делают хрусталики глаз, из фторопласта — части хрящей и костей. Тонкие пластмассовые пленки заменяют поврежденные барабанные перепонки и восстанавливают слух, трубка из пластмассы способна заменить пищевод.

Из пластмассы — органического стекла сейчас созданы протезы сердечных клапанов; они уже прошли всестороннюю проверку.

Большое значение приобретают пластические массы при изготовлении разнообразных медицинских инструментов и оборудования. Из них делают инструменты для хирургических операций; они очень прочны, прозрачны, как стекло, и не отражают света. Такой инструмент очень полезен для сложных операций.

При длительных операциях на сердце, почках, на других важнейших органах человека иногда необходимо выключать их из работы. Но как это сделать? Ученые создали аппараты «искусственное сердце», «легкие», «искусственная почка», которые с успехом заменяют эти органы, пока проходит операция. Во всех этих аппаратах та часть, которая соприкасается с кровью, сделана из специальных пластмасс, благодаря которым кровь, циркулирующая через аппараты, не изменяет своего состава.

Человек отморозил пальцы руки. Их пришлось ампутировать. Он попросил врачей изготовить протезы пальцев. Сами протезы сделали из мягкой пластической массы, а ногти из другой, жесткой пластмассы. По цвету, эластичности и форме протезы соответствовали пальцам живой руки.

Молодая девушка страдала природным недостатком — у нее не было подбородка. Верхняя часть лица правильная, а от нижней губы — косая, точно ножом срезанная линия. Она обратилась в лечебное учреждение с просьбой о пластической операции. Операция была необычной: подбородок из пластмассы, изготовленный в соответствии с пропорциями лба, носа, верхней губы, вставили под кожу; единственным следом операции, который остался на лице, была едва заметная линия шва.

Прекрасным материалом для пластических операций может служить пористая пластмасса, изготовленная на основе поливинилового спирта. В обычных условиях это довольно жесткий материал. Но поместите ее во влажную среду, и она уже эластична, как губка. Из этой пластмассы хирург может делать «заплатки» на легких больного туберкулезом. Внутри организма пластмасса будет так же эластична, как и легкие человека. Через какое-то время она зарастет тканями и приживется.

Говоря о безграничном применении пластических масс, нельзя забывать, что буквально каждый день в лабораториях химиков рождаются все новые представители этого класса полимеров. Новые — с лучшими и еще более необычными свойствами.

Наиболее важным вопросом при создании новых полимеров является получение материалов с высокой механической

прочностью и устойчивых к высоким температурам. В этом отношении образцом служат стеклопластики и вообще армированные и слоистые пластмассы (типа текстолита). Такие «комбинированные» материалы всегда обладают повышенной прочностью, сохраняя необходимую эластичность.

Удачным новым материалом является пластмасса полиформальдегид. Он исключительно водостоек и выдерживает нагревание до 300°. Изделия из него отличаются высокой прочностью, упругостью и жесткостью, у них красивый внешний вид. Особенно стойки они к износу.

Полиформальдегид хорош для изготовления самосмазывающихся подшипников и трущихся деталей машин. Он прекрасно противостоит воде. Пластмасса легко окрашивается в любой цвет. Водопроводные трубы и автодетали, электротехнические изделия и столовые приборы — все это хорошо делать из новой пластмассы. Важно также, что стоимость ее невысока.

Одним из очень перспективных материалов являются поликарбонаты, полимеры с высокой теплостойкостью и прекрасными механическими свойствами. Стеклотекстолиты из поликарбоната, например, выдерживают при растяжении до 2500—2800 кг/см<sup>2</sup>. Поликарбонаты найдут широкое применение в машиностроении и электротехнической промышленности.

Долгое время высококачественная сталь считалась единственным материалом, пригодным для изготовления штампов. Теперь ее с успехом заменяют пластмассы. Один из таких штампов демонстрировался на выставке полимерных материалов в Москве. На штампе изготовили более 2 тыс. стальных деталей — и никаких следов износа.

Одной из пластмасс, используемых для этой цели, служит стирокрил. Наряду со способностью быстро затвердевать он обладает высокой изнosoустойчивостью, почти полным отсутствием усадки. Качество штампов из стирокрила выше, чем из стали, служат они дольше. Эту пластмассу используют также как клей для крепления пуансонов и ножей, заливки швов и т. д. Прочность соединения деталей с помощью стирокрила в 3 раза выше, чем при сварке специальным сплавом.

В последнее время из такого рода пластмасс при помощи простых форм из дерева, металла или гипса делают разнообразный инструмент.

В Москве, на Выставке достижений народного хозяйства, можно увидеть стекловолокнит АГ-4. Он применяется в электротехнике и других отраслях промышленности. АГ-4 в 4 раза легче и прочнее стали. Кроме того, у него и другое ценное качество — он хорошо переносит температуру свыше 200°.

Перспекс — так называли в Швейцарии новую пластиче-

скую массу, отличающуюся прекрасной отражательной способностью. Если стены и потолок комнаты покрыть такой пластмассой, то все источники света могут быть помещены у потолка за специальным козырьком. В комнате будет вполне достаточно отраженного света. Основа перспекса — полиметилметакрилат.

А вот еще один необычный пластический материал — пластическая сталь. Она содержит 80% стали и 20% пластмассы. Этот материал можно использовать для восстановления сломанных металлических частей, заполнения отверстий в отливках и т. д. Он хорошо скрепляет сталь со сталью, сталь с бронзой, латунью, алюминием и многими другими материалами.

В Польше начали выпуск материала гралан — из графита и синтетических смол. Он прочнее стали и успешно заменяет дорогой кислотоупорный металл. Новый материал изготавливается в жидком виде, что позволяет производить из него различные сложные отливки.

Очень интересна микропористая пластмасса. Основное ее свойство — способность пропускать пары и задерживать воду. Например, в дождевом плаще она не пропускает воду и в то же время пропускает тепло организма. Этот полимер позволяет создать совершенно новый вид непромокаемой ткани: она будет состоять из тонкой пленки пористой пластмассы, покрывающей обычную ткань.

С успехом можно использовать такую пластмассу в различных фильтровальных установках или при очистке воды. Она является идеальным фильтром для твердых частичек размером от 4 мк и меньше. Таким путем можно разделять две жидкости, если они имеют различное поверхностное натяжение.

Микропористая пластмасса используется для изготовления пластин электрических батарей. Пластмасса свободно пропускает электролит, но задерживает мельчайшие твердые частицы. Микропористую пластмассу получают из полипропилена, полиэтилена и различных полимеров. Процесс протекает примерно так: смола тщательно перемешивается с обычным крахмалом, и смесь формуется, как обычно для пластмассовых материалов. Затем она поступает в кипящую воду, где крахмал варится. Частицы крахмала набухают, что приводит к образованию ячеистой структуры. Набухший материал пропускается через ванну горячей разбавленной серной кислоты. Кислота превращает крахмал в сахара, те растворяются, и пластмасса сжимается до своего первоначального размера.

В результате получается пластмасса с миллиардами крошечных пор. Размер этих пор зависит от размера частиц крахмала. Обычно смесь дает пластмассу, состоящую на 20% из

смолы и на 80% из воздуха. Микроскопические поры пластмассы можно заполнять различными жидкостями. В этом случае пленки из пластмассы используются для изготовления копировальной бумаги и пропитанных смазкой подшипников.

Еще в одной важной роли выступают теперь пластические массы — вместе с синтетическими каучуками они заменяют кожу.

Искусственная кожа имеет такое же волокнистое строение, по внешнему виду ее нелегко отличить от натуральной, а по качеству она уже нередко во многом превосходит то, что дает природа. Такая кожа служит гораздо дольше натуральной. Детали текстильных машин, изготовленные из нее, изнашиваются в 3—4 раза медленнее.

Очень разнообразны разновидности искусственной кожи. В Калинин на комбинате «Искож» выпускается прочная и изящная лакированная кожа. Стоимость ее в 4—6 раз ниже натуральной. Здесь же освоен выпуск искусственной замши, которая по качеству намного выше естественной.

Микропористая резиновая подошва легка, как пробка, и носится в 2—3 раза дольше кожаной. Такая резина мягче, чем известная «микропорка», в 6 раз легче и намного дешевле.

Многие наши обувные заводы выпускают теперь обувь из искусственной кожи с особой, непроницаемой для воды, но легко пропускающей воздух прокладкой.

Ежегодное производство искусственной подошвенной кожи уже сейчас достигло у нас такого количества, какое можно получить от многих миллионов голов крупного рогатого скота. Кожей, которую дает нам не живая природа, а синтетическая химия, обивают кресла самолетов, автомобильные сиденья, куле вагонов, пароходных кают.

Теплая обувь, замшевые и лакированные туфли, футляры для фотоаппаратов, чемоданы, самые различные красивые и прочные вещи — все это производят из новых искусственных материалов.

## **Знакомьтесь — кремнийорганика**

Представители этого класса полимеров стоят на грани двух химических миров — органического и неорганического. Молекулярные цепи кремнийорганических полимеров — полиорганосилоксанов — построены не из углерода, а из атомов кремния и кислорода.

Кремнийорганика — это большая, интересная и практически важная область высокомолекулярной химии. Значение кремнийорганических веществ в нашем народном хозяйстве огромно. С каждым годом они находят все более эффективное применение в самых различных областях жизни.



На Выставке достижений народного хозяйства СССР демонстрируется электрический двигатель, работающий под водой. У него очень надежная защита — кремнийорганика. С такой защитой двигатели могут работать длительное время в самых тяжелых условиях: в шахтах и рудниках, на судах при высокой влажности. Вместе с насосом электромотор с кремнийорганической изоляцией можно опускать прямо в скважины и колодцы.

Огромное экономическое значение имеют такие полимеры в электротехнической, радиотехнической и других отраслях промышленности. Применение пластмасс на основе кремнийорганических полимеров и стеклотканей в 5—6 раз повышает срок службы электродвигателей шахтных врубовых машин, позволяет поднять их мощность, снижает вес.

Когда-то в прошлом моряки пропитывали свои плащи растительным маслом, чтобы понадежнее защитить себя от дождя и водяных брызг. Такая мера, конечно, помогала, но не очень. Теперь найдены куда более надежные способы защиты от воды.

Чтобы «выйти сухим из воды», достаточно пропитать обычную ткань жидким кремнийорганическим полимером. Вы можете часами держать ее в воде — она будет совершенно сухой. Костюм из обычного сукна уже через 10 минут промокает под дождем насквозь. Если же его обработать кремнийорганикой, он остается сухим даже после 18 часов пребывания под дождем.

И вот что особенно существенно: кремнийорганическая пропитка совсем не уменьшает воздухопроницаемости тканей в отличие, скажем, от прорезиненной. Да к тому же ткань становится более прочной. Обработанная таким же способом кожа сопротивляется влаге в 10—20 раз дольше, чем обычная. В такой обуви можно, не боясь промочить ноги, ходить всюду.

Гидрофобные (водоотталкивающие) свойства кремнийорганических полимеров находят множество применений.

Очень тонкие, невидимые для глаз кремнийорганические пленки могут надежно защищать от воды бумагу и камень, штукатурку и ткани. Цемент, бетон, гипс, дерево, пропитанные чудесной кремнийорганикой, становятся совершенно водонепроницаемыми.

Применяемые в радиотехнике керамические детали, намазанная, резко снижают свое электрическое сопротивление. Если они будут несмачиваемыми, то сопротивление их возрастет в тысячу раз. Для защиты керамики от воды достаточно 15—20 минут продержать ее в парах одного из кремнийорганических веществ — диметилхлорсилана.

В Ленинграде такой пленкой покрыта часть стен Русского музея и Мраморного дворца. Пленка на мраморе и шту-

катурке сохраняется долгие годы. Она надежно защищает стены от атмосферных влияний. К ней не прилипает пыль, ее не разрушают плесень и грибки.

Хорошо иметь несмачиваемую водой крышу! Достаточно добавить в песчано-волоконный шифер 0,02% водной эмульсии кремнийорганической жидкости, и его водопоглощаемость уменьшится вдвое; кроме того, возрастет морозостойкость.

Со смотрового стекла автомашины или самолета, покрытого кремнийорганической пленкой, дождевые капли и кристаллы льда, образующегося зимой, легко сдуваются встречным потоком воздуха.

Как известно, полеты на большой высоте, особенно на севере, чреваты обледенением несущих плоскостей самолета. Для борьбы с этой опасностью созданы различные химические средства. И одно из лучших — кремнийорганическое. Тонкая пленка из кремнийорганического полимера неукоснительно выполняет свою роль: отталкивая от себя влагу, она не дает образовываться корке льда.

А вот как используется это свойство кремнийорганических соединений в совсем другой области — в хлебопечении. На хлебозаводах и в пекарнях поверхности тестоформирующих машин и тесторазделочных линий посыпают мукой, чтобы к ним не прилипало тесто. В стране на это ежегодно уходит сотни тысяч пудов муки. Теперь химики создали муке прекрасную замену — кремнийорганическую жидкость ГКЖ-94.

Гидрофобность кремнийорганических полимеров — это только одно из их многих замечательных качеств. Еще более ценно другое их свойство — теплостойкость. Именно кремнийорганические высокомолекулярные соединения являются самыми устойчивыми к высокой температуре.

С тем же успехом работают они и при низких температурах. Например, жидкие кремнийорганические смазки безотказно трудятся при 180° жары и при 70° мороза.

Из кремнийорганики можно сделать пленку, которой не страшна даже тысячеградусная жара! Обычные лаки и краски, как мы знаем, огнеопасны. Известно много больших пожаров, когда причиной были легковоспламеняющиеся лак или краска. Однажды в США загорелся во время движения и полностью сгорел целый поезд, вагоны которого были покрыты очень красивым, но и очень огнеопасным лаком. Иное дело лаки кремнийорганические. Пленка такого лака может раскалиться добела, но останется целой.

На основе кремнийорганических соединений теперь создано целое семейство лаков и эмалей, применяющихся в качестве покрытий для защиты стали, алюминия и других металлов от коррозии. Эти покрытия используются для окраски электрических печей, дымовых труб, двигателей автомобилей и самолетов.

Эмаль, в которую, кроме кремнийорганической смолы, входят металлические красители, например алюминий, может работать при температуре до 550°.

Кто не знает, как трудно подчас запустить на морозе двигатель внутреннего сгорания. Смазочное машинное масло при низкой температуре становится густым, а это сильно затрудняет смазку мотора. На помощь приходят кремнийорганические смазки. При охлаждении они почти не изменяют свои свойства, не густеют и смазывают мотор даже при сильном морозе.

Еще более ценное применение нашли такие смазки в литейном деле. Здесь, как известно, одним из новых, прогрессивных методов является прецизионное (точное) литье. Этот метод значительно сокращает время механической обработки изделий, экономит металл. Тонна литья мелких деталей позволяет экономить до двух тонн металлического проката, который был бы превращен в стружку при изготовлении деталей на механических станках.

При точном литье внутреннюю поверхность металлических форм — кокилей — необходимо покрывать специальными смазками, иначе отлитую деталь не вынуть из формы. Лучшая смазка в этом случае — та же кремнийорганика. Литейщики используют сравнительно простой и доступный кремнийорганический полимер — этилсиликат. Экономический эффект внедрения в литейное дело кремнийорганических материалов при расчете на 500 тыс. т отливок составляет 75 тыс. т металла.

Можно кремнийорганической смолой пропитать или смазать бумагу, тогда в нее удобно завертывать клейкие и мажущиеся продукты. Они не прилипнут к такой упаковке. Марля, пропитанная кремнийорганической жидкостью, прекрасный перевязочный материал; она не прилипает к ране.

Хочется вспомнить еще одно полезное качество кремнийорганических жидких полимеров — их низкую величину поверхностного натяжения. Благодаря этому они способны уничтожать пену.

Для чего это нужно? Вот примеры. Быстро вращающиеся части механизма перегрелись, смазочное масло закипело, и пена не дает смазке проникнуть к трущимся частям. Здесь пена — враг. Вредит пена в производстве антибиотиков, сахара, дрожжей, сгущенного молока, искусственного каучука. Пенится масло и в картере автомобильного двигателя на больших оборотах. Во всех этих случаях прекрасными помощниками выступают кремнийорганические антипенные присадки. Такие присадки применяются, например, на автомобилях «Волга» и «Чайка». В котел на 1000 л сахарного раствора достаточно ввести всего 1 г кремнийорганической жидкости, и пены не будет.

Интересна новая, кремнийорганическая (силиконовая) резина. Она с успехом выдерживает действие высокой температуры (выше  $200^{\circ}$ ) и  $60-70$ -градусного мороза. Исследования показали, что такая резина обладает очень высокими стерильными качествами. На ней не приживаются грибки, не оказывают никакого действия жиры. Поэтому силиконовая резина используется сейчас в трубках для переливания крови, взятия желудочного сока. Совершенно безвредны детские соски, сделанные из новой резины.

Таков далеко не полный «послужной список» замечательных кремнийорганических веществ.

## Настоящее и будущее ионитов

Иониты, или ионообменные смолы, — члены большой семьи полимеров. Внешне они выглядят как разноцветные крупинки небольших размеров. А внутренне...

На берегах Каспия и в Средней Азии есть немало мест, где нет источников питьевой воды. Воду доставляют издалека или же строят установки для очистки соленой воды. Но такие установки очень дороги. Теперь химиками найден другой, куда более простой и экономичный способ получения чистой питьевой воды — с помощью ионитов.

Эти смолы обладают завидной способностью: активно вступая в химическое взаимодействие с различными веществами, они могут быстро и тщательно очищать от них растворы. Стоит, например, морскую воду пропустить через фильтр, сделанный из ионитов, и мы получим чистую пресную воду.

Чтобы понять химический механизм действия ионитов, необходимо познакомиться с их природой.

Из школьных учебников известно, что молекулы многих веществ в воде распадаются на отдельные атомы или группы атомов, несущие электрические заряды. Впервые это установил еще знаменитый английский физик М. Фарадей. Изучая, как действует электрический ток на растворы, он обнаружил неожиданное явление: ток свободно проходил через растворы кислот, щелочей и различных солей. Ученые же в то время считали, что проводят электрический ток лишь металлы, а жидкости являются диэлектриками.

Открытое явление Фарадей объяснил так: электропроводность растворов связана с тем, что в них находятся какие-то электрически заряженные частицы. Он назвал их ионами (по-гречески — идущими). Под действием тока ионы движутся: положительно заряженные (катионы) к пластинке, заряженной отрицательным электричеством — к катоду, а заряженные отрицательно (анионы) — к положительно заряженной пластинке, аноду.

Позднее было установлено, что такие частицы в растворах действительно существуют. Образуются они непосредственно при растворении в воде некоторых веществ и, в частности, большинства кислот и щелочей. Это атомы элементов, потерявшие или, наоборот, присоединившие к себе лишние электроны.

В растворах ионы находятся в непрерывном движении. И поскольку они несут электрические заряды, ими можно управлять. Эту работу и выполняют иониты, которые получили свое название от ионов; частицы ионитов также заряжены. Раз ионы и иониты несут заряды, то, пропуская через иониты морскую воду или другой раствор, их можно освободить от растворенных солей, т. е. сделать то, что с помощью обычных фильтров сделать совершенно невозможно. Синтетические иониты не растворяются ни в кислотах, ни в щелочах; через них можно фильтровать растворы, имеющие температуру около 100°.

Иониты делятся на две основные группы, в зависимости от их отношения к ионам, плавающим в растворах. Одни взаимодействуют с ионами, заряженными положительным электричеством (катионами); это катиониты. Другие, взаимодействующие с анионами, называются анионитами.

На многих производствах вместе с промывными водами теряется немало ценных материалов. Так бывает с серебром в фотолабораториях и на кинокопировальных фабриках. Потери серебра здесь достигают 10%. Привлеченные на помощь иониты помогают вылавливать ценный металл. Они легко извлекают из отходов серебро, удерживая его на поверхности своих зерен.

С такой же добросовестностью иониты выуживают из воды примеси золота и меди, многих других ценных металлов.

Замечательными помощниками оказались иониты на сахарных заводах. По ходу производства здесь необходимо тщательно очищать от нежелательных примесей свекловичный сок. Чем лучше эта очистка, тем больше мы получим сахара. Старый способ очистки сравнительно сложен и, главное, связан с большими потерями сахара. Применили иониты. И что же? На том же оборудовании выход готовой продукции повысился сразу на 10—12%. Чудесные «омолы-иониты» как бы подарили нам дополнительно один сахарный завод там, где работают десять таких заводов.

Кому не известно, насколько важна «мягкая», чистая вода для паровых котлов. Очистка их от накипи — дело трудоемкое и обходится государству недешево. Пропущенная через ионитовые фильтры вода становится настолько мягкой, что котел может работать во много раз дольше, не требуя остановки.

Нельзя забывать и другого. Обеспечивая высокую степень

очистки различных материалов, иониты позволяют совершенствовать многие производственные процессы, способствуют техническому прогрессу во многих отраслях хозяйства.

В последнее время для регулирования количества солей в организме человека было предложено использовать ионообменные смолы.

При консервировании крови, необходимой для переливания, иониты помогают удалить из нее соли кальция и тем самым предотвратить свертывание. Делаются попытки применения ионообменных смол для лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы и гипертонии. С помощью ионитов удаётся удалять из организма человека избыток натрия, способствующего возникновению отеков и повышению кровяного давления. Применение ионитов в этом случае позволяет не прибегать к использовавшемуся ранее методу бессолевой диеты.

Применение ионообменных смол помогает определять кислотность желудочного сока без неприятной процедуры взятия у больного желудочного сока зондом. Наконец, ионообменные смолы связывают многие токсические соединения, радиоактивные вещества и другие вредные для здоровья человека продукты.

Так трудятся иониты в наши дни. А будущее их, несомненно, еще более удивительно. Ведь семейство этих чудесных полимеров все растет. Новые иониты находят новые применения. Некоторые подсчеты показывают, что широкое внедрение ионообменных смол сулит нам ежегодно экономию не менее чем в 150 млн. рублей.

Ученые поговаривают даже о том, что в будущем иониты будут извлекать золото из морской воды! И это будет экономически выгодно.

## СК завоевывает мир

Каучук. У этого важнейшего материала современной техники большая и интересная история. «Кау-учу» — «слезы дерева» — так называли его индейцы южноамериканского материка.

Это, действительно, как бы слезы тропического дерева — бразильской гевеи. Если на ее коре сделать глубокий надрез, то из него начнет выделяться по каплям жидкость, внешне напоминающая молоко — латекс. При нагревании она превращается в темную тяжелую и упругую массу — каучук.

Коренные жители Южной Америки с давних пор применяли его для изготовления непромокаемой обуви, одежды, бутылок.

Привезенный в Европу каучук очень долго не находил применения. Образцы его показывали в музеях как диковинку. Первый крупный шаг был сделан в начале прошлого века предприимчивым шотландским химиком Макинтошем, который разработал способ пропитки тканей каучуком. Изготовленные из такой ткани непромокаемые плащи скоро получили распространение под названием макинтошей.

Большое значение имело открытие способа вулканизации каучука, т. е. получение резины. После нагревания с серой и некоторыми другими примесями липкий и непрочный натуральный каучук становится эластичным, более прочным и стойким к изменениям температуры.

Сера образует «мостики» между молекулами каучука, она как бы сшивает их. И чем больше таких «мостиков», тем менее упругим будет каучук. Вводя в каучук большое количество серы, из него получают прочное, твердое, малоупругое вещество — эбонит, которое является уже пластмассой.

В последние годы найдено, что гораздо прочнее «сшивать» молекулы каучука способом «атомной вулканизации» — радиоактивным облучением. Полученная таким путем резина показала на редкость высокую выносливость и сопротивляемость старению.

Нам уже трудно представить современную жизнь без каучука, без резиновых изделий. Мы носим прорезиненные плащи и резиновые галоши, пользуемся резиновыми шлангами и прокладками, резиновыми лодками и прорезиненными водонепроницаемыми костюмами. Без каучука не могут существовать автомобильный транспорт, авиация, электротехника, машиностроение. Каучук — это шины, изоляция проводов, баллоны аэростатов, тысячи других незаменимых деталей машин, вещей. 250 кг каучука расходуется при изготовлении каждого автомобиля, около 600 кг его уходит в среднем на один самолет.

Всего в нашей стране из каучука изготавливается более 30 тыс. различных предметов.

Причина такого широкого применения каучука кроется в его замечательных свойствах. Каучук непроницаем не только для воды, но и для газов. Это позволяет изготавливать из него камеры, баллоны, шланги, защитные костюмы и маски, необходимые на многих производствах. Он очень прочен и гибок. Вы можете десятки и сотни тысяч раз согнуть и разогнуть пластинку из каучука или перекрутить ее — она не разрушится.

Уже в начале XX века все увеличивающийся спрос на каучуковые изделия поставил перед учеными задачу создания каучука искусственным путем. И меньше всего могла мириться с зависимостью от импорта тропического каучука наша страна. В 1926 году Высший совет народного хозяйства

СССР объявил международный конкурс на лучший промышленный способ получения синтетического каучука. В нем могли участвовать ученые всех стран. Искусственный каучук должен был быть высококачественным, дешевым и изготовляться из отечественного сырья.

Победу на этом конкурсе одержала советская наука. Решением жюри были приняты два способа, авторами которых были наши ученые С. В. Лебедев и Б. В. Бызов. По методу академика С. В. Лебедева синтетический каучук получают из этилового (винного) спирта, а по методу Б. В. Бызова — из нефти. Уже через четыре года в нашей стране впервые в мире были пущены в ход мощные заводы синтетического каучука. Была решена сложнейшая научно-техническая проблема. Только через 5—6 лет такие заводы начали строить в Германии, а в годы второй мировой войны — в США.

Любопытно, что знаменитый американский изобретатель Эдисон заявил тогда: «Я не верю, что Советскому Союзу в 1931 году удалось получить синтетический каучук. Это сплошной вымысел. Мой собственный опыт и опыт других показывает, что вряд ли процесс синтеза каучука вообще когда-либо увенчается успехом».

Производство синтетического каучука (СК) сразу же дало огромную экономию труда. Чтобы получить тысячу тонн натурального каучука, нужно обработать около трех миллионов каучуконосных деревьев и затратить на это труд 5 тыс. человек в течение года. То же количество синтетического каучука требует труда менее двух человек в течение года.

Синтез каучука позволил решить и другое — изменять и улучшать качества этого материала. Как ни хорош природный каучук, но в ряде случаев он уже не может удовлетворить современную технику. Изделия из натурального каучука боятся масла и бензина; находясь долгое время под прямыми солнечными лучами, природный каучук теряет эластичность, становится хрупким, плохо переносит сильное нагревание и охлаждение; резина при нагревании до 200° превращается в липкую массу, теряет упругость, при сильном морозе становится ломкой.

Теперь, взяв в свои руки создание каучука, химики стали исправлять природу. Техника предъявляет к этому материалу самые разнообразные требования. В одном случае необходима высокая эластичность, в другом — очень большая прочность, в третьем — жаростойкость и т. д. И химики создают разные сорта каучука, удовлетворяющие отдельным требованиям, разрабатывают способы его производства.

Синтетический каучук делают теперь из древесины, картофеля, нефти, природных газов, из угля и извести.

В нашей стране выпускается уже более 20 типов синтетического каучука, многие служат лучше, чем натуральный.



Один из них, нитрильный, обладает, например, высокой устойчивостью к маслам. Такой каучук может лежать долгое время прямо в масле и не изменит своих свойств.

Природный каучук боится кислот и щелочей. На смену ему приходит синтетический каучук под названием полиизобутилен, который успешно противостоит действию самых сильных кислот и щелочей. Теперь он находит широкое применение в химической промышленности, где резиной, изготовленной на основе полиизобутилена, защищают внутреннюю поверхность различных аппаратов, рукавов, труб. Кроме того, этот каучук не стареет, чего нельзя сказать о природном.

Для изготовления электрических кабелей, защитной одежды, оболочек аэростатов, различных маслостойких изделий применяют хлоропреновый каучук. Он не горит и имеет большую эластичность. Одна тонна его экономит в электротехнической промышленности до шести тонн свинца.

Вот еще одна разновидность СК — маслонаполненный каучук, обладающий высокой прочностью. Изделия из него служат на 15—20% дольше других.

Необычен по своей структуре так называемый циклокаучук, созданный нашими учеными. Он уже широко применяется в различных отраслях промышленности. В этом полимерном материале длинные линейные молекулы превращены в циклические; они состоят из колец, соединенных линейными участками. По своему внешнему виду циклокаучук напоминает янтарь. На основе этого нового полимера получены быстро сохнущие краски для цветной печати. Если раньше краска закреплялась на бумаге за 18—24 часа, то теперь на это уходит всего несколько минут.

Циклокаучук применяется также для изготовления высококачественных антикоррозионных покрытий. Такие покрытия устойчивы к воздействию кислорода, света, имеют хороший внешний вид. Очень хороши циклокаучуковые эмали для покрытия машин и приборов.

До последнего времени оставалось непревзойденным одно очень важное качество натурального каучука — его высокая эластичность. Теперь и эта задача решена. Так называемый изопреновый СК по своей эластичности очень похож на натуральный. Сырьем для него служат газы нефтепереработок.

Известно, что больше всего каучука идет на изготовление шин. Увеличение срока их службы имеет большое государственное значение: если мы повысим этот срок только на 10%, народное хозяйство получит 5 млн. рублей экономии на каждом миллионе выпускаемых шин. Шины из изопренового каучука служат уже почти тот же срок, что и покрышки из натурального каучука.

Химиками создан и еще более совершенный материал для шин — полиуретан. По своей износостойкости он вдвое пре-

восходит натуральный каучук! Шины из полиуретанового каучука будут служить так же долго, как и сама машина, до ее ремонта. Уже в недалеком будущем мы будем иметь такие резиновые изделия, скажем, галоши, которые человек не сможет износить за всю свою жизнь.

Известно, что прочность автопокрышек определяется и ее текстильной основой — кордом. Корд несет основную нагрузку, приходящуюся на колеса машины. В качестве корда используется в основном химическое, вискозное волокно. Пробеги таких шин в полтора раза выше, чем на корде, изготовленном из обычного хлопчатобумажного волокна. Это дает огромную экономию народному хозяйству.

Еще лучше служат этой цели синтетические волокна, в частности капроновые. Применение таких волокон значительно улучшает качество покрышек, снижает их вес, повышает грузоподъемность.

Шины для тяжелых грузовых автомобилей и современных скоростных самолетов можно изготавливать только на корде из химических волокон. Созданные сейчас бескамерные арочные шины высокой проходимости на корде из капроновых волокон резко повышают проходимость автомашин; каждая из них заменяет на ГАЗ-51 две обычные покрышки. Вязкий грунт, каменистая дорога такой шине уже не страшны.

Одной из важнейших задач является создание жароустойчивых каучуков. У нас есть материалы из синтетического каучука, которые надежно работают при температуре 250—300°. Но для техники наших дней этого уже недостаточно. Скоростная авиация и ракетостроение требуют таких эластичных материалов, которые могли бы надежно работать продолжительное время при высоких температурах — 500° и выше. Большое будущее здесь, несомненно, принадлежит силиконам — каучукоподобным материалам, из которых можно создавать резиновые изделия, отличающиеся устойчивостью как к высокой, так и к низкой температуре.

Наконец, немного об экономике. Еще не так давно большую часть синтетического каучука получали из спирта, который добывали из пищевого сырья, в первую очередь картофеля и зерна. Решениями партии был предусмотрен переход промышленности СК целиком на непищевое сырье, главным образом на продукты нефтепереработки и природные газы, а также на древесный спирт. Чтобы представить, какое это имеет значение, приведем только один пример. Для получения одной тонны этилового спирта требуется не менее 4 т зерна или 10 т картофеля. При этом необходимо затратить 160—200 человеко-дней. Но такой же спирт можно получить из нефтяных газов. Себестоимость его вдвое дешевле, на производство одной тонны затрачивается всего лишь 10 человеко-дней.

## Прочнее стали и легче воздуха

Перед вами красивые, мягкие и блестящие шкурки каракуля. Но это не натуральный мех, а искусственный, полученный из древесины. Отличить его от натурального почти невозможно, а стоимость почти в 15—20 раз ниже.

На одной из наших выставок полимерных материалов можно было видеть такую картину: на едва заметной нити из синтетической полиамидной смолы висела пудовая гирия.

Эти два примера достаточно убедительно говорят о выдающихся качествах химических волокон.

Натуральные текстильные волокна — лен, шелк, шерсть, хлопок — далеко не совершенны. Производство их очень трудоемко — и лен, и хлопчатник, и шелковичный червь, выпрядающий за всю свою жизнь один кокон (полграмма шелковой нити), требуют очень много труда.

А химические волокна? Что можно сказать о них?

Прежде всего среди них различают искусственное волокно и волокно синтетическое. Искусственное волокно состоит из тех же молекул, что и исходный материал для создания этого волокна. Так, например, искусственный вискозный шелк построен из длинных нитевидных молекул целлюлозы. Из таких же молекул состоит и древесина, из которой получают искусственный шелк. При превращении древесины в искусственный шелк молекулы целлюлозы лишь меняют свое расположение (а иногда и химические свойства), образуя волокно, годное для текстильной переработки.

Иначе создается синтетическое волокно. Его нитевидные молекулы строятся заново — из более простых веществ. Сырьем для такого волокна служат уголь, нефть, природные и попутные нефтяные газы, отходы сельскохозяйственного производства.

При производстве синтетического волокна отдельные атомы превращаются сначала в небольшие молекулы, например, атомы углерода и водорода — в молекулы газа ацетилена, а затем небольшие молекулы ацетилена объединяются в большие молекулы, состоящие из многих тысяч атомов, — молекулы синтетического волокна.

Все химические волокна получают либо в виде бесконечной шелковой нити, либо коротких отрезков нити — штапельного волокна или искусственной шерсти. Нить шелковой ткани состоит из большого числа длинных скрученных волокон, а волокно для штапельных тканей производят из отрезков (штапелек) некрученого волокна. Длина этих отрезков соответствует длине хлопкового волокна.

Первое искусственное волокно было создано еще в прошлом веке. Это был искусственный шелк. Большинство шелковых изделий, которые мы сейчас носим, «выросло» в лесу. Древесина многолетних и однолетних растений содержит целлюлозу (клетчатку), которая и служит исходным сырьем для производства искусственного волокна.

Получение целлюлозы из дерева основано на ее устойчивости к действию различных жидкостей: в них она только набухает, а не растворяется. Измельченную древесину (щепу) обрабатывают в котлах при высокой температуре под давлением в различных щелоках, в которых растворяются все части древесины, кроме целлюлозы.

Полученная таким путем целлюлозная масса годится для производства бумаги или картона. Делать из нее волокна для искусственного шелка еще нельзя. Требуется дальнейшая химическая обработка, после которой ее растворяют и пропускают через тонкие отверстия — фильеры. Под действием теплого воздуха растворитель испаряется, и непрерывно текущие струйки целлюлозы превращаются в тонкие длинные нити искусственного шелка.

Известно несколько способов получения искусственного шелка: вискозный, ацетатный, медноаммиачный — в зависимости от того, какими химическими веществами обрабатывается целлюлоза. Для получения вискозного шелка целлюлоза обрабатывается едким натром и сероуглеродом, а ацетатного — уксусной кислотой. В первом случае целлюлоза становится растворимой в воде, во втором — в ацетоне.

Один завод по производству вискозного шелка может дать за год столько волокна, сколько за это время получают во всем мире натурального шелка. Стоимость такого шелка во много раз ниже натурального.

Один Рязанский завод искусственного волокна выпускает теперь продукцию, из тонны которой делают 400 меховых шуб, или 2000 шерстяных костюмов.

Очень красивый шелк ацетатный. По внешнему виду он почти не отличается от натурального шелка. Найден способ получения сверхпрочного ацетатного волокна — во много раз более крепкого, чем все природные и искусственные волокна. Свитая из него веревка сечением в один квадратный сантиметр может удерживать железнодорожный вагон! По прочности оно с успехом поспорит со сталью.

Искусственное волокно, получаемое медноаммиачным способом, отличается исключительной тонкостью нитей: она в два раза тоньше паутины. Ткань из этого волокна кажется совсем прозрачной.

Из древесины изготовляют также искусственную шерсть и искусственный каракуль, о котором мы говорили выше. Одна машина по производству такого меха может дать в течение

года столько каракуля, сколько получают его от 500 тыс. ягнят!

Очень тонкие шелковистые нити (в 50 раз тоньше человеческого волоса) получены из... стекла. Ткань из этих волокон можно красить, она очень прочна, легко моется, не горит. Из нее делают ковры, дорожки, театральные занавесы, приводные ремни, канаты, которые крепче стальных, и другие полезные вещи.

Промышленное производство синтетических волокон началось совсем недавно—20—25 лет назад. Но развивается оно исключительно быстро: за десять лет (с 1946 по 1956 г.) мировое производство синтетических волокон увеличилось более чем в 120 раз.

Теперь известно уже более двух десятков различных видов синтетических волокон. Всем известен ветеран этого семейства — капроновое волокно. Его получают из каменного угля и нефти. Как осуществляется такое превращение? Одним из продуктов перегонки каменного угля является фенол — жидкость, широко применяющаяся в производстве красителей и других веществ. Из фенола вырабатывают искусственную смолу — капролактам, которая и служит сырьем для получения синтетической смолы капрон. В специальных аппаратах капролактаму подвергается полимеризации. Его молекулы «сшиваются» в длинные цепочки, образуя большие молекулы синтетической смолы капрон — роговидного белого с желтоватым оттенком вещества. В особой прядильной машине эта смола, подогретая и вязкая, как вар, продавливается под большим давлением через очень тонкие отверстия. Затвердевая, струйки смолы превращаются в капроновые нити.

Капроновое волокно (в разных странах его называют по-разному — перлон, грилон, силон и т. д.) в 2,5 раза прочнее натурального шелка. Общеизвестны высокие качества тканей, вырабатываемых из этого волокна. Капроновые платья, ковры, шубы нарядны, прочны, не боятся моли.

Все большее значение приобретает этот синтетический материал в технике. Из капронового волокна делают морские канаты, которые по прочности превосходят стальные тросы. Из него изготовляют парашюты и долговечные рыболовные сети, которые не гниют и не требуют сушки, устойчивы к действию микробов. Капроновые сети применяют даже для ловли тюленей.

Замечательным качеством отличаются чулки и носки из такого синтетического волокна, как эластик: они растягиваются до любого размера. Эластик — это пушистая капроновая пряжа, обладающая повышенной крепостью и очень похожая на натуральную шерсть. Волокна его растягиваются, подобно резине, и в 12 раз прочнее капроновых. Это позволяет выпускать так называемые безразмерные изделия — ку-

пальные костюмы, белье, носки, чулки, что дает большую экономии материалов и средств. Так, вместо восьми номеров мужских носков можно выпускать только один. Длина обычного капронового чулка 80 см, а чулка из эластике — 45 см.

В последние годы созданы новые искусственные и синтетические волокна, обладающие исключительно ценными качествами. Известно, например, волокно энант, близкое по свойствам капрону, в то же время оно во многом его превосходит. Оно прочнее и намного дешевле естественного волокна. Нить энанта выдерживает 15 тыс. перегибов — в 5 раз больше, чем капрон. Этот вид синтетического волокна получают на основе аминокислот.

Одним из весьма перспективных синтетических волокон является волокно анид типа зарубежного найлона, которое «прядут» из смолы того же названия. Оно родственно капрону, но более прочно и эластично. Из анида изготовляют красивые ткани, исключительно прочные ленты для тяжелых конвейеров в горнорудной промышленности, тонкую бумагу, которую почти невозможно разорвать руками. На эту бумагу не действуют влага, лучи солнечного света, микроорганизмы и другие разрушители обычной бумаги. Ее можно применять для важных документов, подлежащих вечному хранению, для морских и военных карт.

Все эти три вида синтетических волокон — капрон, энант и анид — относятся к группе синтетических, сырьем для которых служат полиамидные смолы (к ним относятся и капролактамы), получаемые путем химической переработки фенола, бензола или циклогексана, выделяющихся при перегонке нефти или каменного угля. Получают полиамидные смолы и из другого сырья, например из касторового масла, из фурфурола и ацетиленов.

Лавсан (английское название — терилон) — так называют один из наиболее эффектных современных тканых синтетических материалов. Он вырабатывается из полиэфирной смолы — продукта переработки нефти. Костюм из лавсановой ткани не нужно гладить. Складки на нем не исчезают даже при смачивании. Лавсановое волокно весьма устойчиво к высоким температурам и различным химическим веществам. Оно не проводит электрического тока, что очень важно для технического применения лавсана.

Большое будущее у синтетического волокна нитрона (в США его называют орлоном). Изделия из него необычайно прочны. Они выдерживают высокую температуру, не боятся моли и плесени, не садятся и не теряют свежести после стирки.

Нитроновое волокно во многом превосходит натуральную шерсть. Изделия из этого волокна не боятся кислот и щелочей, масла и мазута. Носки и перчатки из нитрона так же

теплы и мягки, как и изделия из верблюжьей шерсти, а по прочности превосходят их в 2 раза.

Новое волокно устойчиво к атмосферным воздействиям и солнечному свету. Много дней пролежала при испытаниях нитроновая ткань под лучами южного солнца, в сырости, под дождем, снегом, ветром и не изменила своего нарядного вида.

На Люберецком комбинате из нитрона был сделан красивый ковер, его долго держали в воде. После этого он остался таким же ярким и пушистым, как и до испытания. В Ленинграде на комбинате имени Тельмана из нитрона делают драп, отличающийся мягкостью и прекрасным видом.

Из синтетических волокон производится искусственный мех. Красивый, прочный, легкий и дешевый, он является не заменителем, а по существу новым материалом, какого не знает природа. Испытания искусственного меха из капрона, проведенные на комбинате «Красная Роза» и Калининской шелкоткацкой фабрике, показали, что срок его службы в 4 раза больше, чем натурального. Стоимость сырья, затраченного на изготовление искусственного капронового меха, обходится в 4 раза дешевле натурального.

Об исключительно высокой прочности синтетических волокон говорит такое сравнение: нить синтетических волокон капрона, лавсана, анида сечением в 1 мм<sup>2</sup> выдерживает нагрузку от 45 до 80 кг; медная проволока того же сечения может выдерживать только 38 кг.

Еще более прочны волокна фторлона; их получают из этилена, в молекулах которого атомы водорода заменены фтором. Это волокно исключительно стойко к воздействию самых различных химических веществ. Пролежав два месяца в крепкой азотной кислоте, которая сильно разрушает органические соединения, фторлон не изменил своих свойств.

Высокие качества синтетических волокон делают их исключительно ценным материалом для производства высокоэкономичных технических и бытовых изделий, дают огромную экономию дорогого сырья.

Прекрасные результаты дает практика добавок некоторых синтетических волокон, в частности капрона и лавсана, к обычным натуральным волокнам; даже небольшая добавка капронового штапеля в ткань для шитья школьной формы увеличивает ее прочность вдвое.

Лавсан заметно облагораживает хлопковые, шерстяные, и льняные ткани. «Трехгорная мануфактура», Наро-Фоминская прядильно-ткацкая фабрика и Калининский хлопчатобумажный комбинат выпускают теперь ткани для мужских сорочек из смеси лавсана с хлопком и лавсана с вискозой. Такие сорочки обладают завидной прочностью, их не нужно гладить. Добавка 40—50% лавсана в льняную ткань придает ей желанное свойство — она не мнется.

Число новых видов химических волокон, создаваемых в лабораториях ученых, непрерывно растет. Есть синтетические волокна, которые совершенно не поглощают влаги. Они являются очень хорошими изоляторами для электрических проводов.

Очень интересно «медицинское белье», которое производится в нашей стране. Его изготавливают из синтетических волокон хлорина, почти не поглощающих влаги. Во время носки такого белья в нем от трения возникают небольшие электрические заряды, которые благоприятно воздействуют на организм и помогают излечивать ревматизм, радикулит, подагру. Хлорин вырабатывается из дешевого синтетического сырья — поливинилхлорида, выпускающегося у нас в больших количествах. Сырьем для его изготовления служат хлористый водород и ацетилен или этилен и хлор. Хлорин исключительно устойчив к воде и кислотам.

Любопытны синтетические ткани, которые растворяются в воде. На таких тканях машиной вышивают сложные кружева, затем ткань растворяют в горячей воде, а кружева остаются. Подобным же способом получают облегченные шерстяные ткани. Нити растворимой ткани ткут вместе с шерстью, а потом погружают в воду. Получается очень легкая и пушистая ткань.

В 1956 году в Советском Союзе было создано в виде эксперимента волокно легче воды. Ткань из него не тонет, одежда, сделанная из такого волокна, помогает человеку держаться на воде.

В последнее время получены волокна, которые обладают пористостью, сочетая необыкновенно высокую способность тепловой и звуковой изоляции с непревзойденной легкостью — их объемный вес почти в 30 раз меньше воды.

Например, при производстве вискозного шелка внутри волокон создают химическим путем мельчайшие каналы. Заполненные воздухом, они придают ткани исключительную легкость. Если вместо воздуха мы введем в волокна очень легкий газ гелий, то такое волокно будет легче воздуха.

Совершенно новый вид тканей осваивают на Дарницком шелковом комбинате. Здесь налаживается производство так называемых объемных петлистых нитей. При обработке капроновых и лавсановых нитей в струе сжатого воздуха на их поверхности образуется множество мелких петелек. Волокна увеличиваются в диаметре, приобретают шерстистость и матовый вид. Ткани из таких нитей получаются прочными, непрозрачными, легкими и гигиеничными.

Таковы химические волокна — волокна, которым принадлежит будущее. Они обладают многими ценнейшими свойствами, каких нет у природных. Производство их очень выгодно и может расти неограниченно. В сырье для них недо-



статка не будет. Развитие этой отрасли нашего народного хозяйства имеет важное, общегосударственное значение. За двадцатилетие производство химических волокон возрастет в 15 раз.

Если сейчас доля искусственных и синтетических волокон составляет у нас только одну десятую часть сырья, используемого текстильными предприятиями, то к 1980 году из них будет производиться треть всей продукции текстильной промышленности.

Но этой промышленностью далеко не ограничивается применение химических волокон. Уже сейчас их замечательные качества открыли им путь во многие области производства и быта.

Синтетические валенки... Правда, их еще не купишь в магазине, созданы только пробные образцы. Внешне такие валенки трудно отличить от обыкновенных. Греют они так же хорошо.

А вот пример поважнее. На морских дорогах в последние годы появились баржи из синтетической нейлоновой ткани (наружной обшивки) и каучука (внутренней обшивки). Размеры таких барж-мешков могут быть очень большими. В них перевозят нефтяные продукты. После выгрузки пустую оболочку можно намотать на катушку и отправить на хранение.

Очень ценную, порой незаменимую службу несут волокна из синтетических полимеров в здравоохранении.

Человек тяжело заболел. В результате закупорки кровеносных сосудов у него перестала поступать кровь в ногу. Началась смертельно опасная болезнь — гангрена. Еще десять лет назад врачи могли сделать только одно — ампутировать ногу, пока не поздно. А сейчас? Хирург удаляет пораженную часть кровеносного сосуда и взамен ее ставит небольшой отрезок искусственного кровеносного сосуда, сделанного из капрона или лавсана.

Такие кровеносные сосуды похожи на электрический шнур. Сплетенная из химического волокна грубка пропитывается влагонепроницаемым клеем, который также сделан из полимера.

При операциях хирурги применяют для ошивания разрезов шелковые нити, конский волос, металлические скрепки. Но шелковая нить, например, набухает, теряет прочность и оставляет грубый рубец на месте шва. Теперь есть лучшая замена — тонкая и прочная капроновая нить, которая не смачивается и не набухает в жидкости. Но особенно интересны нити из другого полимера — поливинилового спирта. Они обладают редкостными свойствами. Если такую нить опустить в горячую воду, она быстро растворится. Но стоит нам подвесить к ней грузик и затем опять опустить в горячую воду, нить не растворится!

Этим и пользуются хирурги. Когда они сшивают разрез ткани в организме, то набухшая ткань растягивает нитку и не дает ей раствориться. Но как только опухоль на месте шва спадает, нитка из полимера постепенно растворяется в самой ткани.

И, наконец, знакомы ли вам «нетканые ткани»? Это одно из принципиально новых направлений в производстве тканей — без прядильных машин и ткацких станков.

Известно, что в текстильном производстве немало отходов. Большой процент ценного сырья не годится для тканей. Короткие волокна, длиной в 8—12 мм, уже не захватываются прядильной машиной. Если собрать вместе все такие волокна по стране, то из них мы имели бы дополнительно миллионы метров ткани.

А сам процесс прядения волокон и изготовление из них затем ткани — сколько времени и труда он отнимает! Так ли уж обязателен весь этот процесс?

Совсем нет. Можно идти другим, более прямым путем.

Теперь уже можно говорить о двух способах изготовления бестканевых материалов. Это — метод прошивки и метод клеевой. Первый — тонкую ватку, что сходит с чесальной машины, складывают в несколько слоев и прошивают редкими стежками. Получается что-то вроде начесной байки. Но особенно многообещающ второй способ — ватки, сложенные несколько раз, склеивают полимерным клеем и пропускают через горячие каландровые валы. Можно использовать до 80% коротких, негодных для пряжи волокон любого вида — шерстяных и вискозных, хлопковых и льняных, угар и пух. Производство тканей осуществляется с завидной скоростью — до 300 м<sup>2</sup>/час.

Самые различные и притом совершенно новые, необычные материалы можно создавать таким путем. Прежде всего они могут быть любой толщины — от долей миллиметра до десятков миллиметров. Вес их значительно ниже, чем у тканых материалов. Ведь склеены они из самых легких волокон, из ватки. Много и других преимуществ у них — они стоят дешево, на них легко делать всевозможные выпуклые рисунки, воздухопроницаемость у них выше, чем у обычных тканей...

Первые миллионы метров новой ткани, изготовленные из наших текстильных предприятий, уже служат советским людям. И не только в одежде. Их используют для технических целей в химической, обувной, пищевой, угольной промышленности.

### **Да, это выгодно!**

Полимеры открыли новую эпоху в истории материалов. Их широкое внедрение в производство и быт произведет на-

стоящую технико-экономическую революцию. Полимеры открывают перед нами не только неограниченные возможности применения, они не только ценны своими необыкновенными свойствами, они еще и дают огромную экономию в сырье, в средствах.

Сколько труда, например, нужно положить для изготовления из металла обычных водопроводных труб. Между тем стоит лишь перейти на производство таких труб из полиэтилена, как все несравненно упрощается. О качествах новых труб мы уже говорили, они во многом превосходят металлические. Что касается их производства, то оно поразительно просто. Сравнительно несложная машина быстро изготавливает такие трубы из порошка полиэтилена. В полевых условиях, например при орошении полей, можно применять комбайн, который будет рыть траншеи, тут же готовить, сваривать и на ходу укладывать в них пластмассовые трубы.

А какую ощутимую экономию может дать применение пластмассовой тары всех видов! В нашей стране за год изготавливается два миллиона стеклянных бутылей и затрачивается около 25 тыс. т металла для производства металлической тары. Нетрудно понять, какое народнохозяйственное значение имеет создание тары из материала, который мог бы надежно служить в течение ряда лет. И такой материал есть — это пластмассы.

Большие и заманчивые перспективы открывают полимеры как упаковочный материал в пищевой промышленности. Высокая прочность и небольшой вес такой упаковки несет большие экономические выгоды. Применение полиэтилена, полипропилена, поликарбоната позволит значительно уменьшить вес транспортной тары. Молочные фляги и цистерны, изготовленные из полимеров типа полиэтилена и поликарбоната, в 4—5 раз легче металлических.

Сейчас при транспортировке фруктовых и минеральных вод, молока, пива в стеклянных бутылках вес тары достигает 70%. Вес молочных цистерн на 1000 л превышает 2 ц. Легко понять, как возрастет полезная грузоподъемность транспортных машин при переходе на пластмассовые емкости. В США уже более половины всего молока, колбасных и копченых изделий упаковывают в полимеры.

Целлофановые цельнотянутые оболочки для колбасных изделий дают возможность изготавливать колбасу поточно-механизированным и автоматизированным способом.

Многие полимерные пленки (из терилена, сарана и других пластмасс) отличаются высокой стойкостью к низким температурам. Это позволяет по-новому организовать обработку пищевых продуктов в холодильных установках. Вместо воздушного замораживания в морозильных камерах — замораживать на конвейере при температуре 30—40°. Производитель-

ность труда при этом возрастает в 4—6 раз; улучшается и качество свежемороженой продукции.

Весьма интересно свойство некоторых полимерных пленок, например из специально облученного полиэтилена, резко сокращаться в объеме в горячей воде. При этом пленка очень плотно обтягивает упакованный в него продукт. Опытные данные показывают, что такая упаковка сохраняет свежемороженые продукты не хуже, чем стеклянная или жестяная тара. А естественная убыль веса сокращается при этом до 7%. И тут, как видите, открываются немалые возможности для экономии.

У нас в настоящее время разрешены к употреблению в пищевой промышленности (без ограничений) целлофан и полиэтилен высокого давления. Другие полимеры — полиэтилен низкого давления, полипропилен, поливинилхлориды — еще ожидают своего использования. Когда они получат «путевку на работу» в пищевую промышленность, полимеры сэкономят немало средств.

Мы уже рассказывали о том, насколько проще и лучше получать силос, применяя пластмассовые пленки. А вот экономическая сторона этого нового способа. В колхозе имени XX партсъезда, под Москвой, в 1959 году затраты труда при хранении кукурузного силоса в 400-тонной траншее, укрытой пергамином и соломой, составили 3,4 человеко-часа, а прямые издержки — 3 рубля 40 копеек. А при использовании черной полиэтиленовой пленки в другом колхозе — «Ленинский луч» Красногорского района получили такие экономические показатели (на 150-тонном бурте): затраты труда 0,74 человеко-часа, т. е. в 4,5 раза меньше и издержки — 1 рубль 21 коп. Отметим колхозники и другое — за время кормления коров силосом, полученным новым способом, поднялся удой молока в среднем на 12%.

По данным Всесоюзного научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства, укрытие силоса пленками из синтетических материалов дает корм более высокого качества, он не портится, не покрывается плесенью. Выход корма увеличивается на 10—15% по сравнению с силосованием в наземных бетонированных траншеях и на 20—30% — в буртах без укрытий.

Пластмассовые детали машин... Даже трудно представить, какую экономию средств, времени, материалов могут дать нам тут полимеры.

Поликапролактан, а проще — капрон, о котором мы уже говорили, широкоизвестный представитель полиамидных смол, нашел различное применение во многих областях народного хозяйства, и особенно в машиностроении и приборостроении. Детали из капрона прочно и заслуженно заняли свое место во многих машинах, механизмах, приборах. Пре-

имущества их очевидны. Подшипники, втулки, зубчатые передачи, манжеты из капрона отличаются не только прочностью, они очень устойчивы против воздействия масел, горючих, щелочей, различных растворителей, коррозии.

Уже длительное время запорожский завод «Коммунар» производит из поликапролактама подшипники скольжения для сельскохозяйственных машин, втулки шатунов, станины и маховики эксцентрикковых прессов. Только при ремонте оборудования применение капрона экономит свыше 22 т бронзы.

На Днепропетровском заводе прессов испытания показали, что пластмассовые втулки лучше биметаллических — их износ значительно ниже бронзовых. Новые втулки на каждом прессе экономят 160 рублей и 64 кг цветного металла.

На московском заводе «Красная Пресня» капрон применяют для изготовления деталей литейных машин. В 1961 году здесь внедрены в производство детали 42 наименований. Завод сберег десятки тонн цветного металла, стали, чугуна, и сэкономил 400 тыс. рублей. Киевский авторемонтный завод каждый год теперь экономит 3—4 т, применяя капрон.

Недавно втулки для землеприготовительных машин делались из бронзы. Заготовка весила 5,7 кг. Такая же втулка, сделанная из капрона методом вакуумного литья, весит только 275 г и стоит в 3 раза дешевле бронзовой.

И вот что еще нельзя не учитывать: капрон относится к классу термопластических масс. Значит, отлитые из него детали машин, как уже упоминалось, можно снова размягчить и переработать.

Одна тонна пластических материалов заменяет в машиностроении в среднем 3—4 т цветных металлов. При этом примерно в 5 раз снижается трудоемкость изделий и в 4—8 раз — себестоимость продукции.

Применение тонны полиамидов сберегает в среднем 3—5 т стали или 6—7 т бронзы. Тонна стеклопластика сберегает 3 т стального проката.

В настоящее время у нас на каждый автомобиль при производстве его расходуется в среднем 6,6 кг пластических масс, а к 1980 году эта цифра увеличится более чем в 10 раз. Это намного сократит расходы на изготовление автомобилей. Для примера можно сослаться на опыт Горьковского автозавода. На ВДНХ этот завод демонстрирует автомобильные детали из стеклопластиков. Применение деталей ручного насоса из стекловолокнита позволяет экономить более 7 кг дорогостоящей бронзы на каждую машину. Установка стекловолокнистого ротора в центробежном масляном фильтре дала возможность улучшить качество очистки масла, сократить его расход и сэкономить 500 г алюминиевого литья.

Большое экономическое значение будет иметь замена металлического кузова автомобиля пластмассовым. Такой ку-

зов, уменьшая вес машины, позволит сэкономить почти полтонны горючего в год на каждую автомашину. По всей стране это составит несколько миллионов тонн экономии ценного горючего.

Только на каждой тысяче автомобилей марки «Москвич» за счет применения пластмасс можно сэкономить 450 т стального листа. Уменьшится и расход материала для окраски автомобилей.

Изготовление штампов и инструмента из пластмасс взамен стальных позволяет сократить время изготовления сложных штампов в 2—3 раза, а более простых в 8—10 раз.

Вот что дают пластмассы при производстве холодильника. Если принять, что за год их выпускается 81 тыс., то общий экономический эффект составит около 400 тыс. рублей.

А насколько выгоднее применение деталей из прессованной древесины! Каждая тонна таких деталей может заменить около 6—8 т деталей, изготовленных из бронзы. В несколько раз снижается трудоемкость изготовления и себестоимость деталей, увеличивается срок их эксплуатации. К тому же строительство цехов для производства деталей из древесины обойдется гораздо дешевле, чем сооружение металлургических предприятий.

На Воронежском заводе железобетонных изделий № 3 треста «Стройдеталь» прессованную древесину применили в подшипниках винтовых транспортеров (шнеках). Срок их службы увеличился в 3—4 раза, вес подшипника снизился с 3 кг до 700 г, а стоимость его изготовления более чем в 30 раз!

На Нытвенском металлургическом заводе Пермского совнархоза прессованную древесину начали применять для подшипников прокатных станков взамен текстолита. Другими словами, одна пластмасса, более дешевая, заменила другую, более дорогую. Стоит ли овчинка выделки? Несомненно! Если заменить тысячу тонн текстолита прессованной древесиной, то можно будет сэкономить 5 млн. м тканей.

Огромную экономию дает применение пластмасс вместо свинца, хлопчатобумажной ткани и каучука в кабельной промышленности. Каждая тонна пластика заменяет здесь 4—6 т свинца, большое количество хлопчатобумажных тканей и шелковых нитей. Сокращаются затраты труда на производство кабеля, значительно удешевляется его производство.

Если кабельную промышленность обеспечить синтетическими полимерными материалами, то в одной этой отрасли нашего хозяйства можно будет сэкономить за семилетие около 400 тыс. т свинца и более 10 тыс. т пряжи и каучука.

К 1965 году наша станкостроительная промышленность будет ежегодно потреблять 5—7 тыс. т пластмасс. Это заме-

нит 20—25 тыс. т металла, даст около 15 млн. рублей экономии в год и значительно улучшит эксплуатационные качества станков, сделает их бесшумными и более быстроходными.

Сейчас еще трудно подсчитать всю выгоду применения пластмасс даже в одной отрасли промышленности. Несомненно одно — она будет очень велика и разнообразна по форме. Экономятся дорогостоящие металлы, горючее, труд и т. д. В авиационной промышленности намного ускорится производство отдельных узлов самолета. Так, например, при изготовлении крыла отпадет необходимость ставить десятки тысяч заклепок. Для крыла из пластмассы не понадобится ни одной заклепки.

Стеклопластики это не только материал, обладающий очень ценными качествами. Он и очень экономичен. Так, замена в шахтах деревянного и металлического крепления (стоек и верхляков) на 50% крепью из стеклопластиков даст нашему государству около 100 млн. рублей экономии, облегчит труд крепильщиков и высвободит десятки тысяч подземных рабочих.

В строительстве внедрение новых видов стройматериалов с применением пластических масс позволит лишь за один год сэкономить более 12 млн. м<sup>3</sup> пиломатериалов.

Насколько выгодно применение химических волокон?

Судите сами. Затраты на производство тонны природной шерсти и шелка в 3—5 раз выше, чем на производство тонны искусственного волокна. Ежегодная продукция одного завода синтетического волокна — 30 тыс. т — может заменить шерсть 18 млн. овец.

Тонна древесины дает такое количество вискозной пряжи, из которой можно вы ткать 3—4 тыс. м<sup>2</sup> ткани или же связать 8—10 тыс. пар чулок. На производство тонны вискозного волокна уходит значительно меньше труда, чем на получение тонны хлопчатобумажной пряжи. Если на тонну хлопка-сырца затрачивается труда 200 человеко-дней, на тонну мытой шерсти — 400 человеко-дней, то на производство тонны вискозного штапельного волокна уходит только 50 человеко-дней.

Один завод штапельного волокна производительностью 100 т в сутки выпускает в год такое количество пряжи, какое можно получить с 50 тыс. га посевов хлопчатника. А все мы знаем, какая трудоемкая культура хлопок.

Применение в каркасе автомобильных шин высокопрочного корда из искусственных волокон в сочетании с новыми видами синтетического каучука увеличивает срок эксплуатации шин на 30—40%. При нынешних масштабах их производства это позволяет сберечь не менее 200 млн. рублей в год.

Испытания искусственного меха из капрона показали, что срок службы такого меха в 4 раза больше, чем натурального,

а стоимость сырья в 4 раза дешевле. В докладе на майском (1958 г.) Пленуме ЦК КПСС Н. С. Хрущев привел убедительные примеры того, что нам даст производство искусственных мехов. Например, шапка-ушанка из натурального каракуля стоит 367 рублей, а из искусственного каракуля она стоит около 60 рублей (в старом исчислении). Дамское пальто из искусственного меха примерно в 4 раза дешевле, чем из специально обработанной овчины (цигейки).

Насколько возрастает значение химических волокон в экономике нашей страны, можно видеть из того, что в 1965 году на ткани и трикотажные изделия с применением химических волокон будет использовано около 190 тыс. т штапельного волокна и свыше 275 тыс. т искусственного и синтетического шелка. Для получения такого же количества шерсти и хлопка потребовалось бы вырастить 105 млн. овец и занять под хлопок 380 тыс. га поливных земель.

Еще один пример. Агрегат по производству искусственной замши, которая по качеству намного выше натуральной, вырабатывает за смену свыше 1000 пог. м этого ценнейшего сырья для легкой промышленности. Чтобы произвести столько натуральной замши, потребовалось бы около 2000 бараньих шкурок.

В последние годы при изготовлении обуви на фабриках применяется капроновая нить. Что это дает? Увеличивает срок носки обуви без ремонта на 15—20%.

Вы уже знаете, что у химических волокон очень много технических применений. И такое их использование дает немало выгод производству. Приведем только один пример. Применение в транспортерных лентах тканей, изготовленных на основе синтетических волокон (капрон, анид), вместо хлопчатобумажных увеличивает срок службы таких лент вдвое. А это сулит почти 100 млн. рублей годовой экономии.

Но, пожалуй, самый большой экономический эффект дают нам кремнийорганические полимеры. Применение теплостойких кремнийорганических полимеров позволяет значительно увеличивать при одних и тех же размерах мощность электромашин, удлиняет срок их эксплуатации.

Если средний срок работы — от ремонта до ремонта — врубового и комбайнового двигателя в шахте не превышал раньше полугода, то теперь, когда стали применять кремнийорганическую изоляцию, он увеличился до двух-трех лет.

Применение электроизоляционных материалов на основе кремнийорганических увеличивает мощность электродвигателей в тех же габаритах в 1,5 раза, а в тяговых электродвигателях электровозов — на одну треть.

Электрические машины, работающие под землей, питаются энергией от специальных подстанций с масляными трансформаторами. По соображениям противопожарной безопас-



ности трансформаторы помещают в особых бетонных или кирпичных камерах. Но такая камера служит недолго. По мере продвижения фронта работ забоя трансформатор переносится ближе к забою. Экономика здесь явно страдает, тем более что строительство каждой такой камеры стоит недешево — около 5 тыс. рублей.

Но если применить кремнийорганику, необходимость в бетонной защите подземных трансформаторов отпадает. Кремнийорганическая изоляция делает их взрывобезопасными. А подвижные трансформаторы с новой защитой это более 10 млн. рублей экономии в масштабах нашей страны!

Годовая экономия в угольной промышленности за счет применения кремнийорганической изоляции у врубовых машин и комбайнов исчисляется сейчас уже многими миллионами рублей.

Прецизионное литье... Вы уже знаете, какую помощь оказывают этому прогрессивному методу кремнийорганические полимеры. А выгодно ли это экономически? Еще как! Кремнийорганика не только экономит здесь на каждых 500 тыс. т отливок 75 т металла, она высвобождает, кроме того, 5 тыс. металлорежущих станков, не говоря уже о том, что 20 тыс. рабочих литейных и механических цехов могут быть использованы на других работах.

Чудесная кремнийорганика дает большой эффект порой даже там, где его никак нельзя ожидать. Перед нами стеклянная банка, готовая принять компот, джем или фруктовый сок. Она вполне годная. Однако на ее поверхности много невидимых глазом мелких трещин. Это угроза банке. Стоит ей побыть при температуре ниже нуля, как замерзшая вода, попавшая раньше в трещинки, увеличивает их. Теперь банка может уже легко треснуть.

Обработка стеклянной тары кремнийорганической жидкостью предотвращает преждевременный бой. Как вы думаете, сколько может это сберечь государству средств? В одной консервной промышленности около миллиона рублей.

## **Будущее в настоящем**

Химия полимеров — одна из тех областей науки и техники, в которой удивительно зримо сочетается настоящее с будущим, созданное уже «давно», 5—10 лет назад, с рожденным только вчера. Семья полимеров, многоликая и неисчерпаемая в своих свойствах, растет буквально с каждым новым днем!

Нелегко рассказать обо всем, что получает сейчас в лабораториях химиков путевку в нашу жизнь. Мы расскажем здесь лишь о некоторых многообещающих открытиях, о наиболее интересных новых полимерах.

Ученые непрерывно ведут разведку в поисках новых полимеров с такими свойствами, которые, казалось бы, взаимно исключают друг друга. Такую задачу ставит перед ними жизнь, все возрастающие требования современной техники.

Технике нужны, например, полимерные материалы, обладающие одновременно высокой прочностью и высокой эластичностью. Полимеры, не теряющие гибкости при любой температуре — от 100-градусной жары до 60-градусного мороза. Полимеры, стойкие к различным излучениям — космическим, радиоактивным и другим. В то же время, как и прежде, остается неизменным требование: полимер должен легко поддаваться обработке, и стоимость его должна быть невелика.

Как же сочетать в одном веществе совершенно различные нужные нам свойства?

Один из путей заключается в том, что к одному полимеру «прививают» свойства другого полимера. Основной «ствол» цепной молекулы в этом случае состоит из одного типа полимера, а боковые «ветви» — из другого. Такую молекулу, состоящую из участков разного химического состава, можно получить, используя в качестве исходных материалов готовый полимер и простые низкомолекулярные вещества, способные, в свою очередь, полимеризоваться в отдельные «ветви» на молекулу полимера.

Такая «прививка» напоминает нам работу садоводов-мичуринцев. Вспомните, как они добиваются изменения наследственных признаков, скажем, яблони или груши. В крону дерева прививается веточка (черенок) от другого сорта, с тем чтобы это плодовое дерево переняло какие-то ценные свойства от привитого сорта.

Подобную картину мы наблюдаем при получении привитых полимеров-гибридов (сополимеров). Такие гибриды, сохраняя свойства своих родителей, вместе с тем приобретают новые, каких не было раньше, у двух исходных веществ. Например, крахмал растворим в воде, а полистирол — в некоторых органических растворителях. Но если к молекулам крахмала привить молекулы полистирола, то образуется сополимер, нерастворимый ни в воде, ни в органических растворителях.

Чтобы «сшить» воедино две молекулы, используют различные методы. Нужно добиться, чтобы в молекулярной цепочке основного полимера возникли активные центры, которые и присоединяют к себе чужую молекулу. Термической обработкой, радиоактивным или рентгеновским облучением, ультразвуком или каким-то чисто химическим путем у полимерной молекулы на ее ответвлениях отрывают отдельные атомы, создавая таким образом активные центры. Одновременно с этим образуются свободные электроны, которые, внедряясь в молекулы привитого полимера, придают им новые качества.

Прививают не только полимер к полимеру. Органическое полимерное вещество можно «сшить» с неорганическим, например с металлом, кварцем, поваренной солью. При этом получаются материалы с новыми, самыми необычными свойствами. Так, полистирол, привитый к металлическому порошку, дает сополимер, похожий и на металл, и на пластик. Как из металла, из него можно штамповать различные бытовые приборы — сковородки, кастрюли, ложки.

Очень интересны работы ученых по созданию каучуко-гибридов, каучукопластмасс.

Кроме привитой сополимеризации, известен метод блок-сополимеризации. При этом большие молекулы получают из правильно чередующихся частей (блоков) различных полимеров. Таким путем создают каучуки, обладающие повышенной твердостью, большой стойкостью к трению, а также синтетические волокна и пластмассы повышенной прочности.

Привитая сополимеризация и блок-сополимеризация позволяют уже в полной мере создавать материалы с заранее заданными свойствами.

Корд из синтетического полиамидного волокна, исключительно прочный, до недавнего времени имел один существенный недостаток — при эксплуатации покрышек происходило расслаивание, волокно отделялось от резины и покрышка быстро выходила из строя. Устранить недостаток помогла сополимеризация. Теперь к кордовому волокну прививают другие полимеры или мономеры, и качество шин резко поднялось.

Всем хорошо известно волокно нитрон. Но одно нас не удовлетворяет: нитрон очень плохо окрашивается в темные тона. Теперь и это легко исправить — надо привить другой полимер.

Химической прививкой одного полимера к другому часто пользуются, когда нужно понизить хрупкость или повысить упругие свойства какого-либо вещества. Путем прививки удается получать из таких сравнительно жестких и хрупких материалов, как полистирол, материалы упругие и удивительно стойкие к удару. Достаточно привить несколько процентов другого полимера, и стойкость пластмассы возрастает в несколько раз.

Большим достижением полимерной науки является также метод каталитической полимеризации, позволяющий получать полимеры со строго регулярным строением молекул, так называемые «изотактические». Приведем всего один факт, характеризующий практическую важность этого открытия. В первое время полиэтилен изготовлялся в очень сложных условиях при температуре около  $200^{\circ}$  и под давлением порядка 1,5—2 тыс. атм. Путем каталитической полимеризации полиэтилен можно получать под давлением в 35—40 атм и даже при обычном атмосферном давлении.

Полимеры с изотактическим строением отличаются высокой прочностью, обусловленной тем, что отдельные части молекулы образуют «пачки», являющиеся своего рода микрокристаллами, а кристаллические связи, как известно, значительно сильнее обычных межмолекулярных. Кристаллизующиеся полимеры легко перерабатываются в волокна, пленки и другие изделия.

Метод каталитической полимеризации интересен еще и тем, что природные полимеры — натуральный каучук, целлюлоза, белки живой ткани — состоят именно из таких, исключительно регулярно построенных молекул, с одинаковыми (целлюлоза, каучук) или разнообразными (белок) звеньями. Значит, совершенствуя этот метод, изучая его механизм, ученые будут раскрывать характер процессов образования полимеров в природе.

Вооруженные разнообразными и действенными способами творения полимерных веществ, химики создают теперь все более изумительные по своим свойствам материалы для новой техники.

Вы уже познакомились с кремнийорганическими полимерами. Неорганические звенья в молекулах этих веществ придают полимеру очень важное свойство — высокую теплостойкость. А что, если в неорганическую часть молекулы ввести помимо кремния и другие элементы? Скажем, алюминий, титан, бор. Очень заманчиво!

На этом пути теперь уже достигнуты первые успехи. Созданы новые полимеры — их называют полиметаллоорганосилоксаны. У них в молекулярной цепочке находятся звенья: кремний — кислород — алюминий, кремний — кислород — титан, кремний — кислород — бор и другие. Идя по этому пути, советские ученые впервые получили так называемые циклолинейные полимеры с очень интересными свойствами. Они не плавятся до температуры в 500—600° и способны растворяться.

С экономической точки зрения будущность полимеров с неорганическими цепями молекул более чем обеспечена. Ведь новое сырье для таких полимеров — алюминий, кремний, кислород — самые распространенные элементы земли.

Исследования последних лет открыли другую область применения полимерных веществ: для борьбы с выветриванием, для закрепления почвы и даже для изменения ее свойств.

Участок строительной площадки подготавливается для кладки фундамента. Обычно это требует дополнительных работ по укреплению грунта. Песок, глина, наносная почва здесь не годится. Часть грунта надо убрать, подвезти балласт. Но если применить полимер, вся работа упрощается. Для этого достаточно внести в почву совсем немного (от 0,01 — до 1% к весу грунта) связующих полимерных веществ.

Образуется прочный водонепроницаемый грунтовый слой. Таким путем удастся уменьшить водопроницаемость почв в 5—20 раз.

Из полимеров, применяемых для обработки почвы, можно назвать кремнийорганические соединения, анилиноформальдегидные смолы и особенно полимеризующиеся в почве акриловые соединения.

Летучие пески... Сколько бед приносят они еще народному хозяйству. Теперь для закрепления летучих песков можно использовать, например, полиакриламид — новый синтетический материал, получаемый специальной обработкой акрилонитрила. Песок после такой обработки покрывается тонкой и пористой, но прочной пленкой. Уже через короткое время она покрывается зеленью. Песок остановлен.

И вот еще что интересно: полиакриламид не только связывает песок, он еще и удобряет его! Ведь в составе его — соединения азота, а в азоте, как известно, нуждается весь растительный мир.

На постройке каналов и дамб, аэродромов и железных дорог скоро начнут служить человеку полимеры, скрепляющие различные виды грунта. Не менее важны такие вещества для нефтяников и шахтеров. В нашей стране были проведены, например, испытания раствора синтетических смол, который нагнетался в трещины и поры горных пород. Вытесняя воду, он твердеет и приобретает необходимую прочность и влагонепроницаемость. Таким путем удастся предотвращать прорыв в нефтяную скважину подпочвенных вод, наносящий огромный ущерб промыслам.

В последнее время создано много интересных новинок среди полимеров — клеев. Во Франции из мономера цианоакрилата получен клей, который затвердевает в результате простого соприкосновения соединяемых деталей за время от 10 сек. до 2 мин. Предварительного нагрева деталей не требуется. Этим клеем можно склеивать металлы, кожу, стекло, дерево, каучуки и т. д.

Еще более удивителен полимерный клей, разработанный японскими учеными. Он предназначен для склеивания разрезов внутренних органов. Клей с успехом склеивает тонкие кишки, пищевод и даже кровеносные сосуды. Для организма он безвреден. Уже через несколько дней клеевой шов рассасывается в ткани.

Ученые работают сейчас над созданием такого клея из полимеров, которым можно будет склеивать в организме сломанные кости. Успехи химии в этой области произведут настоящий переворот в хирургии.

В Чехословацкой Социалистической Республике создан материал, представляющий большой интерес для медицины. Это желатинированный коллоидный раствор пластмассы в во-

де. Он настолько инертен, что может неограниченное время находиться в соприкосновении с живой тканью, не изменяясь и не влияя на прилегающие к нему клетки. Новый материал очень подходит для изготовления искусственных внутренних органов. Из него можно сделать протез глаза и пришить его к мышцам, вращающим глазное яблоко. Искусственный глаз поворачивается, поднимается и опускается. Если такой раствор нанести на рану, он быстро желатинизируется и образует на ней тончайшую эластичную пленку, обладающую замечательными свойствами. Она проницаема для воздуха, но не пропускает бактерий и вирусов.

Великолепным достижением высокомолекулярной химии является открытие таких полимеров, которые могут заменять кровь. Искусственная кровь из растворов особых полимерных веществ в некоторых отношениях даже лучше сыворотки обычной крови.

Вот один из таких полимеров — поливинилпирролидон, — белый порошок без вкуса и запаха. Его получают из продуктов синтеза природного газа метана — ацетилена и формальдегида, а также из фурфурола. В зависимости от того, каков молекулярный вес этого полимера, он может применяться для совершенно разных целей. Так, например, если его молекулярный вес равен 10 000 — 15 000, он способен связывать токсические вещества и помогает быстрее удалить их из организма человека. Если же молекулярный вес поливинилпирролидона выше 30 000—40 000, то его водные растворы заменяют естественную сыворотку крови.

В чем заключается роль кровезаменителей? Как известно, потеря уже половины крови организма вызывает смерть. Но смерть наступает не из-за потери эритроцитов, а в результате падения кровяного давления. Кровообращение замедляется, температура тела падает, нарушается обмен веществ, наступает кислородное голодание центральной нервной системы, и это ведет к остановке дыхания и сердца.

Кровезамещающие жидкости и заменяют недостающую кровь, поддерживают жизненно необходимое давление крови в организме.

Не менее интересны другие, не медицинские применения поливинилпирролидона. Например, в текстильной промышленности. Он обладает способностью связывать многие краски. Поэтому при помощи этого полимера (в смеси со щелочным раствором гидросульфита) можно полностью снять краску с окрашенного волокна.

Среди полимеров-кровезаменителей теперь появились и такие, которые не только заменяют кровь, но и лечат. В их химическую структуру введены вещества для лечения туберкулеза, склероза, получены сочетания полимеров-кровезаменителей с антибиотиками, с противораковыми препаратами.

Все они образуют устойчивые водные растворы, совмещаются с кровяной плазмой и не оказывают на живой организм отрицательного воздействия.

Применение лекарств, включенных в молекулу полимера, открывает перед медициной очень заманчивые возможности. Известно, например, какое большое значение имеет время нахождения лекарственных веществ в организме. Обычно лекарство уже через несколько часов выделяется из организма. Если же его принять в составе с полимером, то оно может находиться в организме при желании несколько дней и даже недель. Этим в несколько раз повышается эффективность действия многих лекарственных веществ. Опыты показали, например, что парааминосалициловая кислота (ПАСК) в сочетании с полимером-кровезаменителем выделяется из организма около десяти дней, сохраняя все это время свои лечебные свойства. Обычный же ПАСК задерживается в организме лишь несколько часов.

Изучение новых лекарств-полимеров показывает также, что таким путем можно применять в качестве лечебного средства и такие препараты, которые сами по себе чем-то опасны для живого организма. А объединившись с полимером, они становятся безопасными, сохраняя в то же время свои целебные свойства.

Вот еще одно интересное и, по мнению некоторых специалистов, многообещающее применение полимерных веществ: использование их для создания дымов. В частности, по сообщениям печати, для этой цели можно применять некоторые виды пластмасс. Такой дым состоит из мельчайших пузырьков с отверстиями. Для получения его пластмасса в жидком виде направляется в газовую турбину, где нагревается и в размельченном состоянии выбрасывается в воздух. При этом из небольшого количества полимера образуется очень много дыма, его достаточно для создания большого облака.

Цвет дыма может быть самым различным. Поэтому его с успехом можно использовать для подачи сигналов и создания рекламных надписей высоко в небе. Пластмассовые облака весьма устойчивы — в спокойном воздухе они долгое время остаются неизменными.

Дым из пластмассы может найти и другое, более важное применение. Например, облака из пластмассы, вероятно, окажутся хорошим средством для вызывания искусственного дождя. Так как некоторые пластмассы в форме пены являются очень хорошим изоляционным материалом, представляется возможным и такое применение пластмассовых дымовых завес — защита растений от заморозков и от жары.

Облака из пластических масс могут выполнять роль носителей ядов против различных насекомых. Частицы нового дыма отличаются тем, что они очень быстро всплывают в во-

де. Поэтому их можно использовать для подачи сигналов водолазами или подводными лодками.

Защита хранилищ от испарения нефти и бензина, обезвреживание загрязненного промышленными предприятиями воздуха, даже защита против радиоактивного излучения — во всех этих случаях могут оказаться полезными пластмассовые дымы. Ведь изменяя химическим путем состав и размеры дымовых частиц, мы можем придавать таким дымам различные свойства и использовать их для самых разнообразных нужд.

Все полимерные вещества, которые до последнего времени знала химия, не проводили электрического тока. Именно поэтому они нашли широкое применение в радиотехнической и кабельной промышленности. Но теперь созданы и такие полимеры, которые являются полупроводниками и проводниками электричества. Есть теперь и полимеры, обладающие магнитными свойствами. Все это открывает совершенно новые, очень большие и заманчивые возможности применения полимерных материалов. Замечательно, что один и тот же полимер можно будет использовать и как изолятор и как проводник электрического тока (после специальной обработки).

Получают такие полимеры путем химического отщепления от полимерных молекул каких-либо простых низкомолекулярных соединений, например воды, хлористого водорода и т. п. Именно при этом полимер и приобретает ряд совершенно новых свойств, таких, как электропроводность.

Очень ценным качеством подобных полимеров является их исключительно высокая жаростойкость. В последнее время этим способом получены, например, волокна, выдерживающие нагревание до 1200°.

Полимеры-проводники уже нашли применение в самолетостроении: ими покрывают наружную поверхность скоростных самолетов для предотвращения накоплений электрических зарядов.

А полимеры-полупроводники, полимеры-магниты? Не заглядывая слишком далеко в будущее, можно сказать, что на их основе будут созданы кибернетические машины совсем небольших размеров. Появятся совсем необычные, полупроводниковые волокна, способные передавать раздражение, подобно нервным тканям живого организма.

Уже созданы пластмассовые магниты, которые не уступают по качеству стальным. Они изготавливаются из специально обработанной виниловой пластмассы. Новые магниты можно делать любой длины и самой разнообразной формы. Их можно изгибать как угодно.

Наука о полимерах подводит нас к решению такой заманчивой проблемы, как непосредственное преобразование химической энергии в механическую. Такое преобразование происходит в мышцах живого организма с коэффициентом полез-



ного действия значительно большим, чем в машинах. С помощью некоторых полимеров в настоящее время наука может поставить задачу — осуществить подобный процесс искусственным путем.

Новые члены быстрорастущей семьи полимеров все чаще отходят по своим свойствам от того, чем еще недавно характеризовались все полимерные вещества. Например, по способам обработки некоторые из них все больше приближаются к металлам. Полимеры, которые могут закаляться и отжигаться, — такие уже созданы! Несомненно, что в дальнейшем появятся полимеры с еще более резко выраженными металлическими свойствами.

Новый вид искусственных пластических масс создан английскими химиками: вязкая жидкость, которая по своему химическому строению находится между мономерами и полимерами. Получают ее при обычных температуре и давлении на основе полиэфиракрилатов. После соответствующей обработки эта пластмасса становится похожей на стекло, превращаясь в каучукоподобный материал.

Пластмассы теперь уже не только становятся на место металла, но и вступают с ним в тесное содружество. Удачным примером могут служить металлопластики, созданные в Чехословацкой Социалистической Республике, где они используются при производстве автомобилей. Процесс изготовления таких гибридов несложен. На поверхность стального листа наносится тонкий слой специального клея, а затем накладывается слой из пластмассы. После нагрева (до 200°) металлопластик упрочняется между резиновыми валиками. Пластмасса настолько удачно соединяется с металлом, что при самых различных деформациях листа — изгибах, кручениях — расслоения не происходит.

Таков в наши дни мир полимеров. И все это лишь небольшая часть тех научных чудес, творцом которых является химия. Все новые, захватывающие перспективы открывает она перед человечеством.

Будущее полимеров необозримо!

