

# ПЛАСТМАССЫ

Широкое распространение пластмасс — одна из отличительных черт нашего времени. Фактически все натуральные волокна, смолы и материалы уже имеют сейчас свои искусственные заменители. Создано множество других веществ с такими свойствами, которые не встречаются в природе. И это, по-видимому, только начало грандиозного переворота, равного по своему значению великим материальным революциям прошлого — освоению бронзы и железа.

Как правило, пластмасса — это сложное органическое соединение, включающее в себя несколько компонентов. Важнейшим из них, задающим основные свойства материала, является искусственная смола. Производство любой пластмассы начинается с приготовления этой смолы. Вообще, смолы занимают промежуточное положение между твердыми и жидкими веществами. С одной стороны, они имеют многие качества твердых тел, но им также в большой степени свойственна текучесть, то есть способность легко менять свою форму. По своему внутреннему строению смолы также занимают особое положение: у них нет жесткой кристаллической решетки, как у большинства твердых тел; они не имеют определенной точки плавления и при нагревании постепенно размягчаются, превращаясь в вязкую жидкость. Подобно каучуку, к которому они очень близки по своим свойствам, смолы относятся к полимерам, то есть их молекулы состоят из огромного числа одинаковых (часто очень простых по своему строению) звеньев.

Искусственные (синтетические) смолы могут быть получены как результат химической реакции двух типов: реакции конденсации и реакции полимеризации. Во время реакции конденсации при взаимодействии двух или более веществ образуется новое вещество и при этом еще выделяются побочные продукты (вода, аммиак и другие). Фенольные смолы, например, получают из фенола и формальдегида: две молекулы фенола связываются между собой как бы мостиком метиленовой группой, содержащейся в формальдегиде, при этом выделяется вода. Потом эти, уже двойные, молекулы связываются между собой. В конце концов получается большая молекула линейного или трехмерного строения. При реакции полимеризации во взаимодействие вступают молекулы одного и того же вещества. Соединяясь между собой, они образуют новое вещество — полимер — без выделения побочных продуктов. Как уже отмечалось в главе о каучуке, к реакции полимеризации способны все органические вещества, имеющие в своей молекуле атомы углерода с двойной или тройной связью.

Смола связывает, или, как иногда говорят, цементирует, все составные части пластмассы, придает ей пластичность и другие ценные качества — твердость, водостойкость, механические и электроизоляционные свойства. Помимо смолы во многих типах пластмасс важное место (50—70% массы) занимают так называемые наполнители, которые могут быть как органиче-

скими, так и минеральными веществами. Среди органических наполнителей наиболее важным считается целлюлоза (применяемая в виде бумаги, ткани или линтера — хлопковых отчесов; их пропитывают раствором смолы, затем сушат и прессуют). К неорганическим наполнителям относятся слюда, шифер, тальк, асбест, стеклянная ткань и графит. Как правило, наполнители значительно дешевле смолы, а введение их — при правильном подборе — почти не ухудшает свойств пластмасс. Иногда введение удачно подобранного наполнителя даже улучшает качество пластмассы. Его можно улучшить также с помощью специальных добавок и пластификаторов. Первые, взятые даже в небольшом количестве, придают пластмассам новые свойства (например, добавка металла делает из диэлектрика проводящую пластмассу). А пластификаторы, образуя со смолой раствор, смягчают ее и сообщают ей дополнительную пластичность.

Начало производства пластмасс на основе искусственных материалов относится к первой трети XIX века. В 1830 году в Англии была выпущена одна из первых пластмасс — камптуликон. Основу этого слоистого материала составляла джутовая ткань, на которую накатывалась смесь из каучука, измельченной пробки и некоторых других компонентов. Впрочем, из-за высокой цены на каучук, производство этой пластмассы не получило широкого распространения. В 1863 году англичанин Уолтон заменил каучук линоксином и таким образом положил начало производству линолеума. Вплоть до настоящего времени его повсеместно применяют в качестве пологового покрытия, так как он стирается гораздо медленнее, чем дерево и даже мрамор.

Начало широкому использованию пластмасс положило изобретение целлулоида, созданного на основе целлюлозы. (Целлюлоза, или клетчатка, составляет основу древесины и других растительных материалов; ее молекула состоит из огромного числа простых по строению звеньев; в очищенном виде это бесцветное, неплавкое и нерастворимое вещество.) В 1845 году было установлено, что при обработке целлюлозы (хлопковой ваты) азотной и серной кислотами образуется азотнокислый эфир, известный под названием пироксилина. Этот материал очень опасен и в сухом виде взрывается с огромной силой. Однако позже заметили, что во влажном состоянии он совсем не опасен. Возник вопрос: если вода лишает пироксилин взрывчатой силы, то, может быть, есть и другой способ повлиять на его свойства. Оказалось, что если влажную нитроцеллюлозу смешать с камфарой, то получится пластмасса, которую можно обрабатывать на вальцах, прессовать и формовать. В 1869 году братья Хайет получили таким образом целлулоид, который стали производить промышленно с 1872 года. Целлулоид обладал большой прочностью, был красив и мог окрашиваться в любые цвета или использоваться в качестве прозрачной пленки. Эта пластмасса вскоре получила широчайшее распространение. Из нее стали делать фото- и кинопленку, гребенки, коробки, детские игрушки, пуговицы, пояса. Однако у целлулоида был один важный недостаток — он оказался горюч и очень легко воспламенялся.

В 1872 году немецкий химик Байер путем соединения фенола с формальдегидом в присутствии соляной кислоты синтезировал новое смолообразующее вещество. Из-за отсутствия в то время дешевого формальдегида это открытие не получило промышленного применения. Лишь в начале XX века стало налаживаться заводское производство фенол-формальдегидовых смол, особенно после того, как в 1908 году английский исследователь Бакеланд нашел способ производства из того же сырья фенопластов, обладающих способностью при нагревании переходить в неплавкое и нерастворимое состояние. Они приобрели большое техническое значение. Пластмассы на основе этих смол были названы по имени их изобретателя бакелитами. Сырьем для фенол-формальдегидовых смол служат фенол (карболовая кислота) и формалин (формалин — это раствор газа формальдегида в воде; формальдегид получают искусственно, окисляя метиловый спирт кислородом воздуха при температуре 500-600 градусов). Прежде всего эти смолы стали применяться как заменитель природной смолы — шеллака для электроизоляции. Но вскоре оказалось, что они обладают множеством свойств, каких не имели ни шеллак, ни другие природные смолы. Фенопласты стали быстро завоевывать себе обширные области применения и долгое время занимали ведущее место среди пластмасс. Изделия из них отличались теплостойкостью, водостойкостью, очень большой механической прочностью и хорошими изоляционными свойствами. Их широко применяли для изготовления штепселей, розеток, патронов и других предметов электрической аппаратуры, а также в химической промышленности в качестве материала для чанов, резервуаров и труб, используемых в агрессивных средах. Наполнителем в этих пластмассах обычно служила древесная мука. Позже на основе фенольных смол стали получать такие широко используемые в машиностроении пластмассы, как гетинакс, текстолит и другие. Изделия из них получают горячим прессованием ткани, бумаги или фанеры, пропитанных смолой. Таким образом можно изготовить очень прочные и легкие детали (например, шестерни или подшипники), с успехом заменяющие металлические. Причем в отличие от последних, эти детали работают бесшумно и не поддаются разрушительному воздействию смазочных масел. Да и изготавливать их намного проще и дешевле, чем детали из металла. Если же в качестве наполнителя использовать стеклянные нити, образуются пластмассы, обладающие повышенной прочностью.

Еще одной широко распространенной разновидностью пластмасс стали карбамидные пластмассы. Основным исходным материалом для производства карбамидных смол является мочеви́на. (Мочевина была первым в истории органическим веществом, которое удалось синтезировать искусственным путем; немецкий химик Велер получил ее в 1828 г. из цианистого калия, сульфата и аммония; но практическое применение она получила только через сто лет.) В 1918 году чешский химик Джон взял патент на способ изготовления новой смолы из мочевины и формальдегида. Эта смола обладала многими замечательными свойствами: она была бесцветной, прочной, малогорючей, теплостойкой, прекрасно пропускала не только световые, но и ультра-

фиолетовые лучи (которые не пропускает обычное стекло) и легко окрашивалась в любые цвета. При этом, правда, она имела один существенный недостаток — поглощала влагу. Вскоре было положено начало производству карбамидных пластмасс. Они получили распространение как прекрасный отделочный и декоративный материал. К семейству этих пластмасс относится так же мипор, обладающий замечательными тепло- и звукоизоляционными свойствами.

В последующие годы было синтезировано много новых пластмасс. Большое распространение в технике получили прочные прозрачные пластмассы, с успехом заменяющие хрупкое стекло. Наиболее пригодным для этих целей оказался полиметилметакрилат, получаемый из ацетона, синильной кислоты и метилового спирта. Из него производят прочное и легкое органическое стекло. Незаменимым материалом для высокочастотной изоляции стал полистирол (его получают из этилена и бензола).

В 1940 году немецкий химик Мюллер и независимо от него советский ученый Андрианов получили первые силиконовые пластмассы. Молекулы этих пластмасс наряду с углеродом включают в себя кремний. Это сообщает новому виду пластмасс очень ценные свойства: они отличаются высокой теплостойкостью (выдерживают температуру до 400—500 градусов), стойки к воде, кислотам и органическим растворителям. Все это обеспечило им широкую область применения.

Долгое время химикам не удавалось полимеризовать этилен. (Этилен — легкий газ с формулой  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ .) Только в 1937 году эту проблему удалось отчасти разрешить: под огромным давлением в 1200 атм. этилен сжижался, при этом разрывалась двойная связь в его молекуле и начиналась реакция полимеризации. (В результате получалась молекула  $[-\text{CH}_2-\text{CH}_2-]_n$ .) После того как синтезировалось 10—30% полиэтилена, этилен растворялся в нем, и реакция прекращалась. При понижении давления этилен испарялся и использовался затем в новом цикле реакции. Этот способ был очень дорогим, поэтому полиэтилен не мог тогда получить значительного применения. В 1953 году Цинглер разработал более простой способ производства полиэтилена: при значительно более низком давлении этилен растворялся в бензине, затем под давлением в 10 атмосфер и в присутствии катализатора (алкилированного треххлористого титана) начиналась реакция полимеризации. С утверждением этого способа производства полиэтилен (прекрасный изолятор, невосприимчивый к действию кислот) сделался одной из самых широко применяемых пластмасс.

---

**Источник:** Рыжков К.В. 100 великих изобретений. — М.: Вече, 1999. — 528с. — (100 великих).