**Полимеры. Термопластичные и термореактивные полимеры их виды, свойства, область применения. Каучуки, резины и каучукоподобные полимеры**

Полимеры — это сложные вещества, которые состоят из множества одинаковых или разных по строению звеньев, соединённых в длинные макромолекулы координационными или химическими связями.

Полимеры – это высокомолекулярные соединения (макромолекулы), состоящие из большого числа повторяющихся звеньев (мономеров), соединенных химическими связями.

По происхождению полимеры бывают:

* Природные. Материалы естественного происхождения. Примеры: кожа, древесина, белки, натуральный каучук.
* Искусственные. Полимеры на основе природных материалов, которые синтезируют для получения материала с определёнными свойствами. Наиболее распространёнными видами являются: пластмассы, вискоза, целлулоид.
* Синтетические. Высокомолекулярные соединения, образующиеся в результате полимеризации мономеров или поликонденсации. Это продукт человеческого вмешательства, который не встречается в природе. Многие синтетические полимеры окружают нас в повседневной жизни: полиэтилен, полиуретан, капрон, полипропилен.

Полимерные материалы широко используются во всех отраслях техники и технологии, в том числе в строительстве, медицине, сельском хозяйстве, быту и спорте, в производстве тары, упаковки, одежды, обуви и других товаров общего и специального назначения.

Термопластичные и термореактивные полимеры: Виды, свойства, область применения

Полимеры классифицируют по разным признакам, одним из важнейших является их поведение при нагревании, что определяет деление на термопластичные и термореактивные полимеры.

**1. Термопластичные полимеры (Термопласты)**

Термопласты – это полимеры, которые при нагревании размягчаются и переходят в вязкотекучее состояние, а при охлаждении затвердевают, сохраняя при этом свою химическую структуру. Этот процесс обратим и может повторяться многократно.

Структура: Термопласты обычно имеют линейную или разветвленную структуру макромолекул. Связи между молекулами слабые (межмолекулярные силы Ван-дер-Ваальса, водородные связи).

Свойства

Обратимость размягчения: Размягчаются при нагревании и затвердевают при охлаждении, позволяя многократно перерабатывать материал.

Растворимость: Многие термопласты растворимы в органических растворителях.

Формуемость: Легко поддаются формованию различными методами (литье под давлением, экструзия, прессование).

Эластичность и ударная вязкость: В большинстве случаев обладают достаточной эластичностью и ударной вязкостью.

Относительно низкая термостойкость: В большинстве случаев имеют более низкую термостойкость по сравнению с термореактивными полимерами.

**Виды термопластичных полимеров:**

1. Полиэтилен (ПЭ)

Виды:   
ПЭ низкой плотности (ПЭНП/LDPE),   
ПЭ высокой плотности (ПЭВД/HDPE).

Свойства:   
ПЭНП – гибкий, эластичный, водонепроницаемый, но не очень прочный.   
ПЭВД – более жесткий, прочный и термостойкий.

Область применения - Пленки, пакеты, трубы, бутылки, изоляция проводов, тара для пищевых продуктов.

1. Полипропилен (ПП)

Свойства: Более прочный и термостойкий, чем ПЭ, устойчив к химическим воздействиям.

Область применения - Волокна, трубы, детали автомобилей, упаковка, медицинские изделия.

1. Поливинилхлорид (ПВХ)

Виды:   
Жесткий ПВХ (винипласт),   
пластифицированный ПВХ (пластикат).

Свойства:   
Жесткий ПВХ – прочный, устойчивый к атмосферным воздействиям. Пластифицированный ПВХ – гибкий, эластичный.

Область применения - Жесткий ПВХ – оконные профили, трубы, сайдинг. Пластифицированный ПВХ – линолеум, кабельная изоляция, тенты.

1. Полистирол (ПС):

Виды:   
Обычный полистирол, ударопрочный полистирол (УПС),   
вспененный полистирол (пенополистирол).

Свойства:   
Обычный полистирол – хрупкий.   
УПС – более прочный.   
Пенополистирол – легкий, теплоизоляционный.

Область применения -  Упаковка, детали бытовой техники, теплоизоляционные материалы, одноразовая посуда.

1. Полиамиды (ПА): (Нейлон, капрон и др.)

Свойства: Прочные, износостойкие, термостойкие, устойчивы к воздействию масел и растворителей.

Область применения - Волокна, ткани, зубчатые колеса, подшипники, детали машин.

1. Поликарбонат (ПК):

Свойства: Прозрачный, ударопрочный, термостойкий.

Область применения - Очки, линзы, компакт-диски, детали автомобилей, защитные экраны.

1. Полиэтилентерефталат (ПЭТ):

Свойства: Прочный, термостойкий, устойчивый к растворителям.

Область применения - Бутылки для напитков, волокна (лавсан), пленки.

1. Политетрафторэтилен (ПТФЭ) (Тефлон):

Свойства: Химически инертный, термостойкий, обладает низким коэффициентом трения.

Область применения - Покрытия сковородок, уплотнительные материалы, электроизоляция.

**2. Термореактивные полимеры (Реактопласты)**

Термореактивные полимеры – это полимеры, которые при нагревании подвергаются необратимым химическим изменениям (отверждению, сшивке), образуя трехмерную сетчатую структуру. После отверждения они не размягчаются и не плавятся при повторном нагревании.

Структура: Имеют трехмерную сетчатую структуру, образованную ковалентными связями между макромолекулами.

Свойства:

Необратимость: После отверждения не размягчаются и не плавятся при нагревании.

Нерастворимость: Отвержденные термореактивные полимеры не растворяются в растворителях.

Высокая прочность и твердость: Обладают высокой прочностью, твердостью и жесткостью.

Термостойкость: Обычно обладают более высокой термостойкостью по сравнению с термопластами.

Химическая стойкость: Устойчивы к воздействию многих химических веществ.

Сложность переработки: Трудны в переработке, не подлежат переплавке.

**Виды термореактивных полимеров:**

* 1. Фенолформальдегидные смолы (Фенопласты):

Свойства: Обладают высокой прочностью, термостойкостью, электроизоляционными свойствами.

Область применения - Корпуса радиоаппаратуры, детали автомобилей, клеевые связующие, бакелит.

* 1. Аминоформальдегидные смолы: (Мочевиноформальдегидные, меламиноформальдегидные смолы)

Свойства: Более светлые и устойчивые к действию света, чем фенопласты.

Область применения - Слоистые пластики (ДСП, ДВП), лаки, клеевые связующие.

* 1. Эпоксидные смолы:

Свойства: Обладают высокой адгезией, прочностью, химической стойкостью и электроизоляционными свойствами.

Область применения - Клеи, лаки, композиционные материалы (стеклопластики, углепластики), защитные покрытия.

* 1. Полиэфирные смолы:

Свойства: Отверждаются при комнатной температуре, обладают хорошими механическими свойствами.

Область применения - Стеклопластики, защитные покрытия, матрицы для литья.

* 1. Полиуретаны (в отвержденном состоянии):

Свойства: Могут быть как жесткими (пенополиуретаны), так и эластичными (эластомеры).

Область применения - Пенопласты (теплоизоляция), клеи, лаки, эластомеры (герметики, уплотнители).

* 1. Силиконовые смолы:

Свойства: Обладают высокой термостойкостью, химической инертностью, водоотталкивающими и электроизоляционными свойствами.

Область применения -  Герметики, смазки, электроизоляционные материалы, медицинские имплантаты.

3**. Сравнение термопластичных и термореактивных полимеров**

Термопластичные и термореактивные полимеры представляют собой два больших класса полимерных материалов с различными свойствами и областями применения. Выбор конкретного типа полимера определяется требованиями, предъявляемыми к изделию, условиями эксплуатации и технологическими возможностями переработки

| **Характеристика** | **Термопластичные полимеры** | **Термореактивные полимеры** |
| --- | --- | --- |
| Поведение при нагреве | Размягчаются и плавятся обратимо | Отверждаются необратимо |
| Структура | Линейная или разветвленная | Трехмерная сетчатая |
| Растворимость | Часто растворимы | Нерастворимы |
| Переработка | Многократная переработка возможна | Переработка невозможна |
| Прочность | Обычно ниже | Обычно выше |
| Термостойкость | Обычно ниже | Обычно выше |
| Область применения | Упаковка, пленки, волокна | Клеи, лаки, композиты |

**Каучуки и каучукоподобные полимеры**

Каучук и каучукоподобные полимеры в отличие от обыкновен­ных полимеров при приложении растягивающей силы могут удли­няться в 2... 10 раз, а при прекращении действия этой силы восстанавливать свои первоначальные размеры. Это свойство объяс­няется особенностью строения каучуков: во-первых, их молекулы не вытянуты в линию, а как бы свернуты в спираль; во-вторых, взаимо­действие между молекулами существенно ниже, чем внутримолеку­лярные связи, и, в-третьих, молекулы соединены («сшиты») между собой в небольшом количестве мест.

Большинство каучуков из-за больших размеров молекул довольно плохо растворяются, но сильно набухают в органических растворите­лях. Улучшить растворимость каучуков можно с помощью термоме­ханической деструкции их молекул, интенсивно перемешивая или перетирая материал на валках при повышенной температуре.

При сшивке молекул каучука (этот процесс называют *вулканиза­цией)* число связей между молекулами увеличивается. У образовав­шегося продукта — *резины —* по сравнению с каучуком снижается эластичность и совершенно пропадает способность растворяться. При очень большом количестве сшивок образуется твердый проч­ный материал — *эбонит.* Сшивка обычно производится с помощью серы и инициирующей процесс системы.

Слово «каучук» произошло от индейских слов *«кау» —* дерево и *«учу» —* течь, плакать, и первым каучуком, с которым познакомились люди, был натуральный каучук, получаемый из сока южно-амери­канского дерева — гевеи. Ценные свойства каучука и быстро расши­ряющиеся области его применения поставили задачу синтеза искус­ственного каучука. В начале нашего века благодаря усилиям химиков (большой вклад в это внесли русские химики — С. В. Лебедев и его школа) начался выпуск синтетических каучуков (СК). Современная химическая промышленность выпускает большое количество синте­тических каучуков с самыми разнообразными свойствами, в ряде слу­чаев превосходящими по свойствам натуральный.

Каучуки выпускают в виде твердого эластичного продукта, вязкой жидкости (жидкие каучуки), водных дисперсий — каучуковых латек-сов. *Латексы* содержат 30...60 % каучука в виде мельчайших частиц средним диаметром 0,1...0,5 мкм, взвешенных в воде. Слиянию час­тиц препятствует находящаяся на их поверхности тончайшая оболоч­ка из поверхностно-активных веществ — стабилизаторов. С точки зрения строителя латексы имеют преимущества перед другими фор­мами СК: они относительно легко совмещаются с другими материа­лами (цементом, наполнителями), легко распределяются на поверхности тонкой пленкой, абсолютно не горючи и в них отсутст­вуют дорогостоящие и токсичные органические растворители.

В строительстве каучук и каучукоподобные полимеры использу­ют главным образом для изготовления эластичных клеев и мастик, для модификации битумных и полимерных материалов, изготовле­ния материалов для полов и герметикой, а также для модификации бетонов (в последнем случае применяют латексы каучуков).

Широко применяют в строительстве бутадиен-стирольный, по-лихлоропреновый, тиоколовый и бутилкаучук; кроме того, использу­ют каучукоподобные полимеры — полиизобутилен, атактический полипропилен и хлорсульфированный полиэтилен.

Бутадиен -стирольные каучуки (каучук СКС) получают обычно со­вместной полимеризацией дивинила (бутадиена) со стиролом. Это основной вид синтетических каучуков, на его долю приходится более половины производимых синтетических каучуков. Выпускают боль-шое число марок бутадиен-стирольных каучуков с различным соот­ношением стирола и бутадиена: от СКС-10 до СКС-65 (цифра показывает процентное содержание по массе стирола в каучуке).

Больше всего выпускают каучуки марки СКС-30. Он хорошо рас­творяется в бензине, бензоле и хлорированных углеводородах. Клея­щая способность каучуков СКС невысокая. Для ее повышения в каучуки добавляют канифоль, кумароноинденовую смолу или при­родный каучук. Бутадиен-стирольные каучуки достаточно морозо­стойки и атмосферостойки.

В строительстве широко применяют *бутадиен-стирольные латек-сы.* Чаще других применяют латекс СКС-65. Содержание каучука в латексе около 47 %. При смешивании с цементом и другими мине­ральными порошками латекс СКС-65 может коагулировать. Поэтому для строительных целей промышленность выпускает стабилизиро­ванный латекс СКС-65Б. Обычный латекс можно стабилизировать, добавив около 10 % стабилизатора — поверхностно-активного ве­щества ОП-7 (ОП-10) или смеси ОП-7 (ОП-10)с казеинатом аммо­ния (1 : 1).

На основе латекса СКС-65 получают клеящие мастики (напри­мер, клей «Бустилат»), латексно-цементные краски, составы для на­ливных полов. Латексом модифицируют строительные растворы.

Полихлоропреновыи каучук (наирит) — каучук, получаемый сопо-лимеризациейхлоропренасдобавкой5...30 % других мономеров. Вы­пускают твердые высокомолекулярные каучуки молекулярной массой 100 000...500 000, жидкие олигомерные каучуки, используе­мые для пластификации и антикоррозионных покрытий, и латексы. Плотность твердого каучука 1230 кг/м . Он хорошо растворяется в ароматических и хлорированных углеводородах, частично в кетонах и эфирах. Хлоропреновый каучук обладает хорошими клеящими свой­ствами, поэтому его используют в клеящих мастиках (например, кума-рононаиритовых — КН). Вулканизированные полихлоропреновые каучуки обладают высокой масло-, бензо-, свето- и теплостойкостью.

Бутилкаучук — продукт сополимеризации изобутилена с неболь­шим количеством (1...5 %) изопрена. Бутилкаучук — один из самых ценных видов каучуков — обладает высокой морозостойкостью, эла­стичностью, стойкостью к действию кислорода и озона и исключи­тельно высокой газонепроницаемостью. Бутилкаучук растворяется в бензине, ароматических углеводородах и сложных эфирах. К поло­жительным качествам бутилкаучука относится и его хорошая клей­кость.

Вулканизированный бутил каучук отличается высокой теплостой­костью, температура деструкции 160...165 °С; химически инертен (не растворяется, а лишь набухает в углеводородах; стоек к животным и растительным маслам).

Бутилкаучук применяют для автомобильных камер, для получе­ния прорезиненных тканей, гуммирования химической аппаратуры, в пищевой промышленности и для многих других целей. В строитель­стве бутилкаучук используют в клеящих мастиках и герметизирую­щих материалах, а также для модификации битумных и полимерных материалов.

Тиоколовые (полисульфидные) каучуки — синтетические каучуки, в молекулах которых в основной цепи содержатся атомы серы (40...80 % по массе). Особенность тиоколовых каучуков — высокая стойкость к ат­мосферному старению и действию растворителей. Выпускают твердые и жидкие каучуки и латексы каучуков. В строительстве их применяют для изоляционных покрытий, в том числе и кровельных, стойких к солнечному свету и растворителям, для герметизации стыков крупно­панельных зданий и в качестве пластифицирующего компонента в хи­мически стойких мастиках и компаундах.

Полиизобутилен — термопластичный каучукоподобный полимер, в зависимости от молекулярной массы представляющий собой вязкие клейкие жидкости (молекулярная масса ниже 50 000) или эластич­ный каучукоподобный материал (молекулярная масса 100 000... ...200 000). Полиизобутилен хорошо растворяется в различных угле­водородах и хорошо смешивается с различными наполнителями. Это один из самых легких полимеров; его плотность 910...930 кг/м . По­лиизобутилен щелоче- и кислотостоек. По химической стойкости и диэлектрическим свойствам он уступает только полиэтилену и фто­ропласту. Эластичность Полиизобутилен сохраняет до —50 °С. Его применяют для модификации полимерных и битумных материалов с целью улучшения их свойств при низких температурах.

Низкомолекулярный Полиизобутилен и растворы высокомолеку­лярного полиизобутилена обладают очень высокими адгезионными свойствами к большинству строительных материалов (дереву, бетону, штукатурке и т. п.). Из низкомолекулярного полиизобутилена изго­товляют невысыхающие клеи и мастики для приклеивания полимер­ных отделочных материалов из поливинилхлорида, полиэтилена и других полимеров с плохой адгезией. На основе полиизобутилена по­лучают также нетвердеющие мастики для герметизации стыков в сборном строительстве.

Из высокомолекулярного полиизобутилена формуют листы для защиты химической аппаратуры от коррозии, для гидроизоляцион­ных и электроизоляционных целей, а также его используют как пла­стификатор в пластмассах.

Хлорсульфированный полиэтилен — каучукоподобный продукт, получаемый при взаимодействии полиэтилена с хлором и сернистым ангидридом SO2 Обработанный таким образом полиэтилен проявля­ет способность к вулканизации.

Хлорсульфированный полиэтилен хорошо растворим в аромати­ческих растворителях (толуоле, ксилоле) и хлорированных углеводо­родах, хуже в ацетоне и не растворим в алифатических углеводородах. Отличительная черта хлорсульфированного полиэтилена — высокая атмосферостой кость и химическая стойкость; он хорошо противо­стоит действию кислот, щелочей и сильных окислителей, разрушаю­ще действуют на него лишь уксусная кислота и ароматические и хлорированные углеводороды.

Вулканизированный Хлорсульфированный полиэтилен характе­ризуется высокой теплостойкостью. Изделия из него способны дли­тельно работать при температуре от —60 до + 180 °С. Хлорсульфиро­ванный полиэтилен хорошо совмещается с каучуками, повышая их износо-, тепло- и маслостойкость. Применяют Хлорсульфированный полиэтилен и резины на его основе для получения износо- и коррози-онно-стойких покрытий полов. На его основе получают атмосфере- и коррозионно-стойкие лаки и краски для защиты металла, бетона и других материалов от атмосферных и химически агрессивных воздей­ствий. Хлорсульфированный полиэтилен применяют также для по­лучения клеев и герметиков и для модификации других полимеров.