ПОЛИМЕРЫ

Учебные вопросы:

1. Определение, роль полимеров в народном хозяйстве, перспективы их применения в народном хозяйстве.
2. Классификация полимеров.
3. Отличительные свойства.
4. Полимеризационные полимеры: полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид и другие.
5. Поликонденсационные полимеры: фенолформальдегидные, резорциноформальдегидные и другие.
6. Особенности получения, свойств и применения.

Неметаллические материалы – это органические, и неорганические полимерные материалы: различные виды пластических масс, композиционные материалы на неметаллической основе, каучуки и резины, клеи, герметики, лакокрасочные покрытия, а также графит, стекло, керамика.

Основой пластических материалов является полимеры, главным образом синтетические.

Создателем структурной теории химического строения органических соединений является
А. М. Бутлеров (1826–1886 гг.).
Промышленное производство первых пластмасс (фенопластов) – результат работ, проведенных Г. С. Петровым (1907–1914 гг.). С. В. Лебедевым впервые в мире осуществлен промышленный синтез каучука (1932 г.).
Н. Н. Семеновым разработана теория цепных реакций и распространена на механизм цепной полимеризации.
Успешное развитие химии и физики полимеров связано с именами видных ученых: П. П. Кобеко, В. А. Каргина, А. П. Александрова, С. С. Медведева, С. Н. Ушакова, В. В. Коршака и др.
Развитие термостойких полимеров связано
с именем К. А. Андрианова.

Полимером называется органическое вещество, длинные молекулы которого построены из одинаковых многократно повторяющихся звеньев — мономеров.

Значение полимеров в жизни современного общества огромно, и теперь не нужно никого убеждать в том, что рост производства и потребления полимеров - одно из генеральных направлений развития народного хозяйства

«Если девятнадцатый век часто называют веком пара и электричества, то двадцатый век делается веком атомной энергии и полимерных материалов».

В современном строительстве широко используются как ***искусственные полимеры***, так и ***природные полимеры***.

- полимерная черепица,
- акриловые связующие искусственного камня,
- грунтовки,
- краски,
- шпатлевки,
- защитные покрытия,
- всевозможные использования ПВХ - пластика,
- клееный брус,
- гидроизоляции,
- герметики,
- утеплители,
- трубопроводы,
- финишные покрытия из винила, полимеров и т.п.

Перечислять можно очень долго.

С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, ПОЛИМЕРЫ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ:

1. Для изменения свойств базовых строительных материалов, использующихся для возведения зданий и сооружений, фундаментов и т.п.
2. Изготовления конструкционных материалов.
3. Изготовления оконных и дверных профилей из ПВХ.
4. Изготовления отделочных материалов.
5. Изготовления различных изделий, требуемых в инженерно-технической эксплуатации помещений (сантехника и т.п.).
6. Изготовления защитных, лакокрасочных и т.п. материалов.
7. Другие применения.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРОВ

- **Полимерами** ***называются высокомолекулярные химические соединения, состоящие из многочисленных элементарных звеньев (мономеров), представляющих собой одинаковую группу атомов и связанных между собой химическими связями.***
- Макромолекулы представляют собой длинные цепи из мономеров, что определяет их большую гибкость. Отдельные атомы в мономерах соединены между собой довольно прочными ковалентными химическими связями.
- Между макромолекулами полимеров действуют значительно более слабые физические связи. Молекулярная масса их составляет от 5000 до 1000000.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРОВ

- ***Классифицируются полимеры по различным признакам:***
- **- составу,**
- **- форме макромолекул,**
- **- фазовому состоянию,**
- **- полярности,**
- **- отношению к нагреву и т.д.**
-
- ***<u>По природе</u>* все полимеры можно разделить на две группы:**
- ***- природные,***
- ***- синтетические.***

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРОВ

- **Полимеры, встречающиеся в природе** – органические вещества растительного (хлопок, шелк, натуральный каучук и др.) и животного (кожа, шерсть и др.) происхождения, а также минеральными веществами (слюда, асбест, естественный графит, природный алмаз и др.).
- ***Синтетические* полимеры** получают из простых веществ путем химического синтеза.
- Основным преимуществом синтетических полимеров перед природными являются неограниченные запасы исходного сырья и широкие возможности синтеза полимеров с заранее заданными свойствами.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРОВ

- ***По способу получения*** **полимеры** делят на:

- полимеризационные,

- поликонденсационные.

- ***Полимеризация*** – процесс химического соединения большого числа молекул мономера в одну большую молекулу полимера без изменения элементарного состава мономера.

В процессе полимеризации не происходит выделения побочных продуктов реакции. По элементному составу полимер и мономер идентичны.

- ***Поликонденсация*** – процесс образования полимера из молекул разных мономеров в результате химических реакций с выделением побочных продуктов реакции

ФОРМУЛА ПОЛИМЕРА

$$[M]_n$$

Где,

M – химическое строение мономера;

n – показатель, характеризующий степень полимеризации.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРОВ

- ***По составу*** **все полимеры** подразделяют на:

- *органические,*
- *элементоорганические,*
- *неорганические*.

Органические полимеры составляют наиболее обширную группу соединений.

Если основная молекулярная цепь таких соединений образована только углеродными атомами, то они **называются карбоцепными полимерами**.

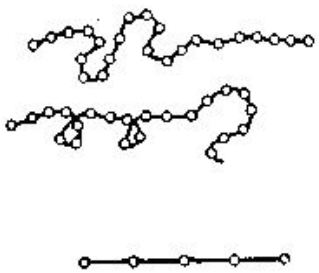
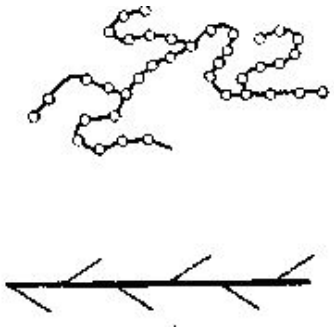
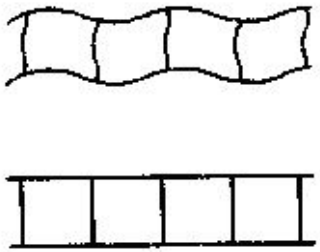
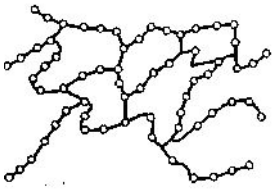
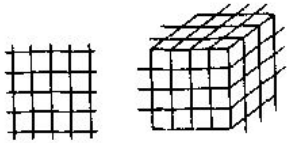
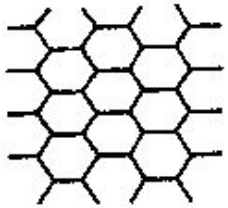
В **гетероцепных полимерах** атомы других элементов, присутствующие в основной цепи, кроме углерода, существенно изменяют свойства полимера.

- **К *неорганическим* полимерам** относятся силикатные стекла, керамика, слюда, асбест.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРОВ

- ***По форме макромолекул* полимеры делят** на:
- - линейные (цеповидные),
- - разветвленные,
- - плоские,
- - ленточные (лестничные),
- - пространственные или сетчатые.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРОВ

а 	б 	в 
линейная	*разветвленная*	*лестничная*
г 	д 	е 
густосетчатая	*редкосетчатая*	*паркетная*

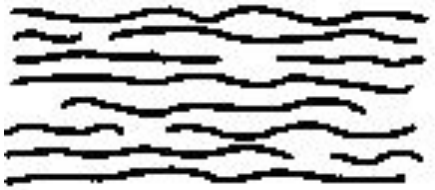
КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРОВ

- ***Линейные* макромолекулы полимера** представляют собой длинные зигзагообразные или закрученные в спираль цепочки
- ***Разветвленные* макромолекулы** являясь также линейными, отличаются наличием боковых ответвлений, что препятствует их плотной упаковке (полиизобутилен).
- **Макромолекула *лестничного* полимера** состоит из двух цепей, соединенных химическими связями.
- **Пространственные полимеры** образуются при соединении («сшивке») макромолекул между собой в поперечном направлении прочными химическими связями непосредственно или через химические элементы или радикалы.
- ***Редкосетчатые* (сетчатые) полимеры** теряют способность растворяться и плавиться, они обладают упругостью (мягкие резины).
- ***Густосетчатые* (пространственные) полимеры** отличаются твердостью, повышенной теплостойкостью, нерастворимостью. К сетчатым полимерам относятся также **пластинчатые (*паркетные*) полимеры**

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРОВ

- **В зависимости от *взаимной ориентации макромолекул* полимеры** могут находиться в аморфном или кристаллическом состояниях.
- В *аморфном* состоянии полимер имеет упорядоченное строение только в пределах участков, размеры которых соизмеримы с размерами звеньев цепи макромолекул, т.е. в аморфных полимерах соблюдается ближний порядок.
- В *кристаллических* полимерах соблюдается не только ближний, но и дальний порядок на расстояниях, во много раз превышающих размеры звеньев цепи макромолекул полимера.

Элементы надмолекулярной структуры полимеров

		
(а) глобула	*(б) пачка*	*(в) сферолит*

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРОВ

- **По отношению к электрическому полю (*по полярности*) полимеры подразделяются** на:
- - *полярные,*
- - *неполярные.*

- *Полярность определяется* наличием в составе полимера диполей – разобщенных центров положительных и отрицательных зарядов.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРОВ

- **Все полимеры *по отношению к нагреву* подразделяют на:**

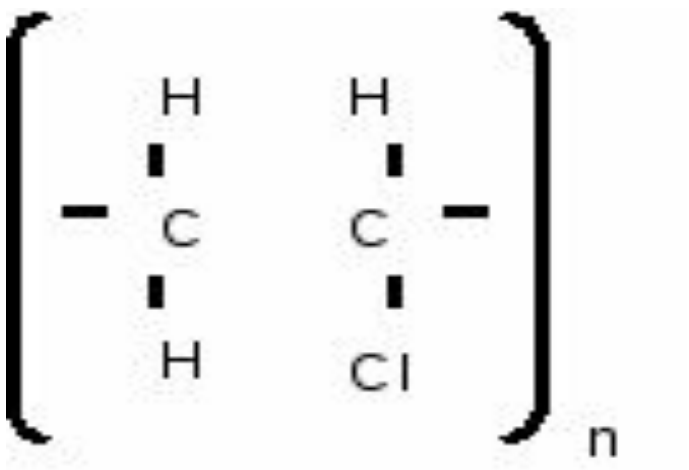
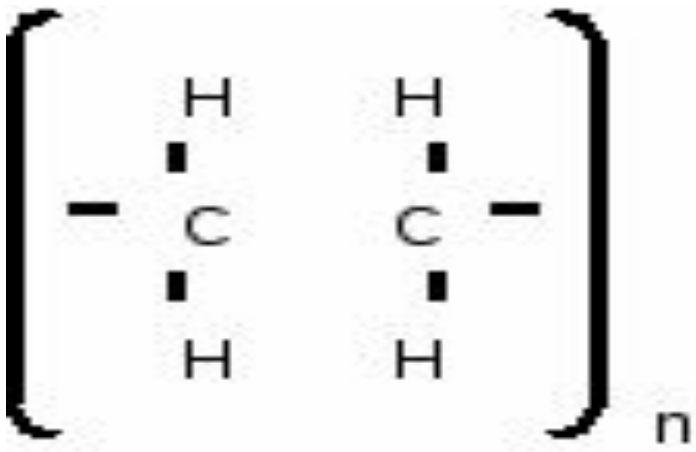
- *термопластичные,*
- *термореактивные*.

Некоторые полимеры при нагревании плавно переходят через вязкопластическое в жидкотекучее состояние. При охлаждении отмечается также плавный переход в твердое состояние.

Нагревание полимера до температур ниже температуры его термической деструкции не вызывает необратимого изменения свойств материала, что позволяет многократно повторять процесс термической обработки линейных полимеров.

- Такие структуры макромолекул образуют **класс *термопластичных полимеров***.
- Другие полимеры под действием теплоты, минуя жидкое состояние, необратимо переходят в твердое состояние и не могут использоваться повторно. Такое поведение полимеров

Пример полярного и неполярного полимера

	
(а) полярный	*(б) неполярный*

ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА

- **Полимеры могут находиться в трех физических состояниях:**

- стеклообразном (аморфном или кристаллическом),

- высокоэластичном,

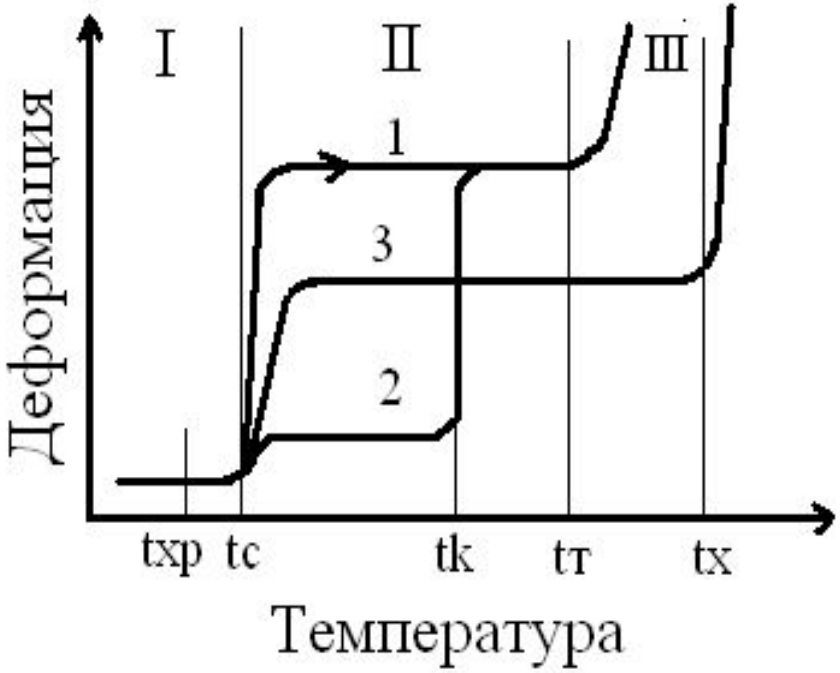
- вязкотекучем (жидком).

-
- ***Стеклообразное состояние*** **(аморфное, кристаллическое)** - твердое состояние, имеет фиксированное расположение макромолекул. Атомы звеньев молекул находятся только в колебательном движении у положения равновесия, движение звеньев и перемещение молекул не происходит.
- Переход полимера в подобное состояние происходит при определенной температуре Тс, называемой **температурой *стеклования***.

ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА

- ***Высокоэластичное состояние*** имеет место при температуре выше температуры стеклования Тс.
- ***Высокоэластичное состояние*** характеризуется подвижностью звеньев или групп звеньев в цепи макромолекул при отсутствии перемещения цепи в целом, даже при небольших нагрузках. Макромолекулы способны только изгибаться.
- С увеличением температуры полимер переходит в ***вязкотекучее,*** подобное

Термомеханические кривые полимеров



Термомеханические кривые некристаллического линейного (1), кристаллического (2) и редкосетчатого (3) полимеров

(t_c, t_k, $t_т$, t_x – температуры стеклования, кристаллизации, начала вязкого течения и начала химического разложения соответственно), I–III – участки стеклообразного, высокоэластического и вязкотекучего состояний

Старение полимеров

- ***Под старением полимерных материалов понимается*** ***самопроизвольное необратимое изменение важнейших технических характеристик, происходящее в результате сложных химических и физических процессов, развивающихся в материале при эксплуатации и хранении.***
- Причинами старения являются свет, теплота, кислород, озон и другие немеханические факторы.

Старение полимеров

- **Атмосферное старение** проводится в различных климатических условиях в течение нескольких лет.
- **Тепловое старение** происходит при температуре на 50 °С ниже температуры плавления (разложения) полимера.

Продолжительность испытания определяется временем, необходимым для снижения основных показателей на 50% от исходных.

- **Сущность старения заключается в** сложной цепной реакции, протекающей с образованием свободных радикалов (реже ионов), которая сопровождается деструкцией и структурированием полимера.
- ***Обычно старение является результатом окисления полимера*** атмосферным кислородом. Если преобладает деструкция, то полимер размягчается, выделяются летучие вещества (например, натуральный каучук).

Радиационная стойкость полимеров

Под действием ионизирующих излучений в полимерах происходят ионизация и возбуждение, которые сопровождаются разрывом химической связи и образованием свободных радикалов.

Наиболее важными являются **процессы сшивания или деструкции**.

При сшивании увеличивается молекулярная масса, повышаются теплостойкость и механические свойства.

- **При деструкции**, наоборот, молекулярная масса снижается, повышается растворимость, уменьшается прочность.
- **К структурирующимся полимерам относятся** полиэтилен, полипропилен, полисилоксаны, полистирол, фенолоформальдегидные и эпоксидные смолы, поливинил - хлорид, полиамиды, поликарбонат.

Наиболее устойчивы к радиации полимеры, имеющие бензольное кольцо в виде боковой группы (полистирол).

Структура C_6H_5-группы имеет большое число энергетических уровней, вследствие чего поглощенная энергия быстро рассеивается по всей молекуле, не вызывая химической реакции.

Деструктурируются политетрафторэтилен, политрифторхлор-этилен ,нитроцеллюлоза, полиметилметакрилат.

- **Для повышения радиационной стойкости** в полимеры вводят антирады (ароматические амины, фенолы, дающие эффект рассеяния энергии).

Вакуумстойкость полимеров

Вакуум действует на полимерные материалы по-разному. Ухудшение их свойств, связано с выделением из материала различных добавок (пластификаторов, стабилизаторов) и протеканием процессов деструкции.

Например, политетрафторэтилен в вакууме в основном деполимеризуется.

Для резин на основе углеводородных каучуков ускоряются накопление остаточной деформации и релаксации напряжения, что уменьшает работоспособность.

Для ориентированных полимеров (полиамиды, полиэтилен, полипропилен) долговечность в вакууме и на воздухе одинаковы.

- **Оценка вакуумстойкости дается по** газопроницаемости, по газовыделению и времени сохранения конструкционной вакуум-плотности.

Газопроницаемость

- **Газопроницаемость** – техническая характеристика, определяющая поток газа или пара через уплотнитель (мембраны, диафрагмы, герметичные прокладки).
- **На газопроницаемость влияют** состав, структура полимера, а также природа газа и температура.

Газопроницаемость меньше у полярных линейных полимеров, а при наличии гибких макромолекул (каучуки) она возрастает.

При введении пластификаторов газопроницаемость растет, а минеральные наполнители ее снижают.

На газопроницаемость влияет вид газа: для азота она меньше, чем для кислорода и особенно водорода.

Абляция

- ***Абляция полимерных материалов*** – это разрушение материала, сопровождающееся уносом его массы при воздействии горячего газового потока.

В процессе абляции **происходит** суммарное воздействие механических сил, теплоты и агрессивных сред потока.

Наряду с химическими превращениями при деструкции полимеров важную роль играют процессы тепло- и массообмена.

- **Абляционная стойкость определяется** устойчивостью материала к механической, термической и термоокислительной деструкции.
- **На абляционную стойкость влияет** также структура полимера. Материалы на основе полимеров линейного строения имеют низкую стойкость (происходит деполимеризация и деструкция).

Температура абляции не превышает 900 °С.

Материалы на основе термостойких полимеров лестничного или сетчатого строения (фенолоформальдегидные, кремнийорганические и др.) имеют более высокую стойкость к абляции. В них протекают процессы структурирования и обезуглероживания (карбонизации).

Температура абляции может достигать 3000 °С.

- **Для увеличения абляционной стойкости** вводят армирующие наполнители. Так, стеклянные волокна оплавляются, при этом расходуется много теплоты.

Теплопроводность пластиков в сотни раз меньше, чем теплопроводность металлов, поэтому при кратковременном действии высокой температуры внутренние слои материала нагреваются до 200–350 °С и сохраняют механическую прочность.

Адгезия

- ***Адгезией называется*** слипание разнородных тел, приведенных в контакт.

Адгезия обусловлена межмолекулярным взаимодействием.

На способности полимеров к адгезии основано их использование в качестве пленкообразующих материалов (клеи, герметики, покрытия), а также при получении наполненных и армированных полимерных материалов. Для создания адгезионного соединения один из материалов должен быть пластичным, текучим (адгезив), а другой может быть твердым (субстрат).

Иногда при соединении одинаковых материалов возникает **самослипаемость (аутогезия)**.

Количественно адгезия оценивается удельной силой разрушения соединения, которая называется **адгезионной прочностью**.

- ***Для объяснения физико-химической сущности адгезионных явлений предложены следующие теории:***

- **адсорбционная,**
- **электрическая,**

ПОЛИМЕРИЗАЦИОННЫЕ ПОЛИМЕРЫ

- **В зависимости от метода получения полимеры подразделяются на:**

- полимеризационные,
- поликонденсационные,
- модифицированные природные.

- ***Полимеризационные*** полимеры получают в процессе полимеризации мономеров вследствие раскрытия кратных связей (или раскрытия цикла) и соединения элементарных звеньев мономера в длинные цепи.

Поскольку при реакции полимеризации атомы и их группировки не отщепляются, побочные продукты не образуются, химический состав мономера и полимера одинаков.

- ***Поликонденсационные*** полимеры получают в процессе реакции поликонденсации двух или нескольких низкомолекулярных веществ. При этой реакции наряду с основным продуктом поликонденсации образуются побочные соединения (вода, спирты и другие), а химический состав полимера отличается от химического состава исходных продуктов поликонденсации.
- ***Модифицированные*** полимеры получают из природных высокомолекулярных веществ (целлюлоза, казеин) путем их химической модификации для изменения их первоначальных свойств в заданном направлении. Из ацетилцеллюлозы вырабатывают прочные и водостойкие лаки для окрашивания древесины и металла.

ПОЛИМЕРИЗАЦИОННЫЕ ПОЛИМЕРЫ

- К **полимеризационным полимерам** (***термопластам***) относятся **полиэтилен, полипропилен, полиизобутилен, поливинилхлорид, полистирол, полиметилметакрилат (органическое стекло), поливинилацетат и др.**

- ***Полиэтилен*** **$[-CH_2-CH_2-]_n$** – продукт полимеризации этилена. Выпускается в виде гранул размером 3 – 4 мм или белого порошка. Технические свойства полиэтилена зависят от молекулярной массы, разветвленности цепи и степени кристалличности. Полиэтилен один из самых легких полимеров – его плотность меньше плотности воды (0,92-0,97 г/см^3).
- **Характеризуется:**

- высоким пределом прочности при растяжении (12-32 МПа),
- незначительным водопоглощением (0,03-0,04 %),
- высокой химической стойкостью и морозостойкостью.

ПОЛИМЕРИЗАЦИОННЫЕ ПОЛИМЕРЫ

- ***Поливинилхлорид*** **(ПВХ)** является продуктом полимеризации винилхлорида **(CH_2=CHCl)**.

Высокие механические свойства поливинилхлорида определили главные области его **применения** в строительстве.

Из поливинилхлорида изготовляют гидроизоляционные и отделочные материалы, плинтуса, поручни, оконные и дверные переплеты, линолеум и др.

- ***Ценным свойством поливинилхлорида*** является стойкость к действию кислот, щелочей, спирта, бензина, смазочных масел. Поэтому его широко применяют для производства труб, используемых в системах водоснабжения, канализации и технологических трубопроводов.
- ***Недостатками поливинилхлорида*** является резкое понижение прочности при повышении температуры, а также ползучесть при длительном действии нагрузки.

ПОЛИМЕРИЗАЦИОННЫЕ ПОЛИМЕРЫ

- ***Полистирол*** **$[-CH_2-CHC_6H_5-]_n$** – твердый продукт полимеризации стирола (винилбензола). При обычной температуре полистирол представляет собой твердый прозрачный материал, похожий на стекло, пропускающий до 90 % видимой части спектра.

Выпускают полистирол в виде гранул (6 - 10 мм), мелкого и крупнозернистого порошка, а также в виде бисера (при суспензионном методе производства) с влажностью до 0,2 %.

- ***Полистирол обладает***:

- высокими механическими свойствами (предел прочности на сжатие 80-110 МПа),
- водостоек, хорошо сопротивляется действию концентрированных кислот (кроме азотной и ледяной уксусной кислот),
- противостоит растворам щелочей (с концентрацией до 40 %).

- ***К недостаткам полистирола***, ограничивающим его применение, относятся: невысокая теплостойкость, хрупкость, проявляющаяся при ударной нагрузке.
- ***Применяют для*** изготовления гидроизоляционных пленок, облицовочных плиток, теплоизоляционных материалов, водопроводных труб и др.

Поликонденсационные полимеры (*реактопласты*)

- Среди **поликонденсационных полимеров** (***реактопластов***) наиболее значимыми являются:
- - фенолформальдегидные,
- - карбамидные (мочевиноформальдегидные),
- - эпоксидные,
- - кремнийорганические полимеры,
- - полиуретаны и др.

Поликонденсационные полимеры (*реактопласты*)

- ***Фенолформальдегидные*** полимеры получают путем поликонденсации фенола с формальдегидом. Эти полимеры хорошо совмещаются с наполнителями - древесной стружкой, бумагой, тканью, стеклянным волокном, при этом получаются пластики более прочные и менее хрупкие, чем сами полимеры.
- Поэтому фенолформальдегидные полимеры широко ***применяют*** в качестве связующего, при изготовлении древесностружечных плит, бумажнослоистых пластиков, стеклопластиков и разнообразных изделий из минеральной ваты. Кроме того, они используются для производства клеев, водостойкой фанеры, спиртовых лаков.
- Макромолекулы ***кремнийорганических*** полимеров состоят из чередующихся атомов кремния и кислорода, а углерод входит лишь в состав групп, обрамляющих главную цепь CH_3.
- Наличие силоксановой связи придает свойства, присущие силикатным материалам (прочность, твердость, теплостойкость), а углеводородистых радикалов CH_3 – органическим полимерам (эластичность и др.).

Технические свойства полимеров

- **Полимеры характеризуются следующими техническими *свойствами*:**

- термическими (температурой размягчения и теплостойкостью,
- температурой стеклования и текучестью),
- механическими (прочностью,
- деформативностью и поверхностной твердостью),
- химическими (атмосферостойкостью и сопротивляемостью деструкции).

В целом, наряду с ***положительными свойствами*** полимеров:

- - малой средней плотностью (около 1 г/см^3),
- - низкой теплопроводностью,
- - водо- и газонепроницаемостью,
- - химической стойкостью,
- - высоким коэффициентом конструктивного качества,
- - практически неограниченной сырьевой базой и др. – ***они обладают и рядом недостатков.***

К ним относятся:

- - низкая теплостойкость,
- - невысокий модуль упругости,
- - значительная ползучесть,
- - склонность к старению, что в итоге определяет недостаточную долговечность.

Наполнители

Наполнители в пластических массах, снижая расход полимера, удешевляют пластмассы.

Кроме того, ***структурируя полимерное связующее, они улучшают ряд технических свойств пластмасс:***

- - прочность,
- - твердость,
- - термостойкость,
- - сопротивляемость усадке и ползучести и др.

Наполнители *в зависимости от химической природы* разделяют на:

- - органические,
- - неорганические;

в зависимости от формы и структуры:

- - порошкообразные,
- - волокнистые.

Волокнистыми наполнителями служат целлюлозное, асбестовое и стеклянное, а также синтетические (из капрона, нейлона, лавсана и др.) волокна.

Добавочные вещества

Введение *пластификаторов* (эфиры алифатических и ароматических кислот и алифатических спиртов, эфиры гликолей и эфиры фосфорной кислоты, эпоксидированные и хлорированные соединения) позволяет улучшить условия переработки полимерных композиций, снизить их хрупкость.

Добавки-*стабилизаторы* (антиоксиданты, термо- и светостабилизаторы) способствуют длительному сохранению свойств пластмасс в процессе их эксплуатации.

Отвердители (сшивающие и вулканизующие агенты) обеспечивают процесс отверждения полимеров (формирование их пространственной структуры).

Для получения окрашенных пластмасс используют ***пигменты***.

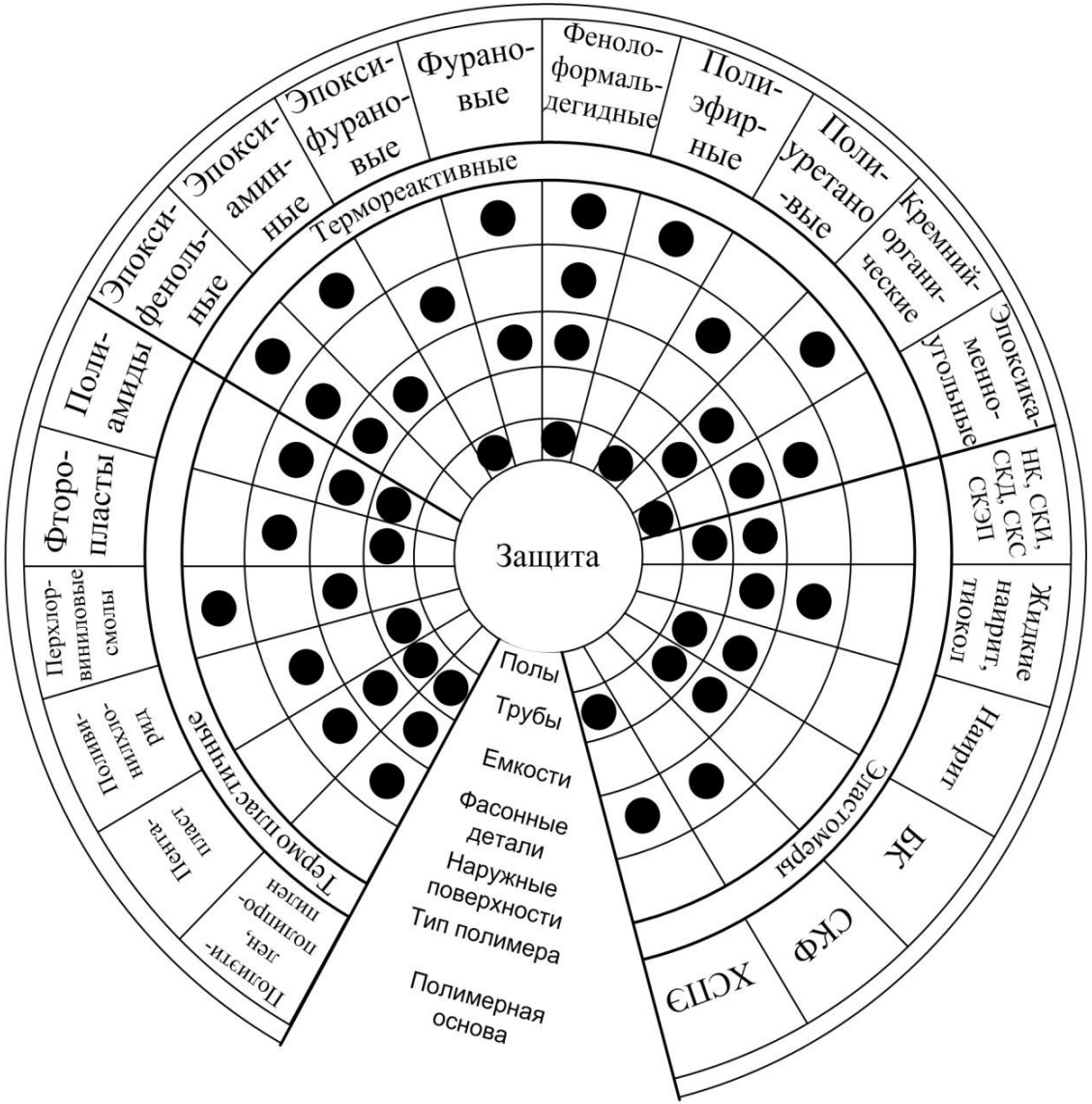
Стойкость пластмасс против возгорания повышают ***антипирены***.

Создание газонаполненных (ячеистых) пластмасс достигается с помощью ***порообразователей***.

*Все многообразие пластмасс в зависимости **от назначения** их в строительстве сводится к группам:*

- - конструкционным,
- - кровельным,
- - гидроизоляционным и герметизирующим;
- - тепло- и звукоизоляционным;
- - отделочным (покрытия полов и стен, лаки, краски, клеи и т.п.) материалам, а также материалам для инженерных коммуникаций.

ДИАГРАММА ОРИЕНТИРОВОЧНОГО ВЫБОРА ПОЛИМЕРОВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЯХ И КОНСТРУКЦИЯХ



НК – натуральный каучук,
СКИ – каучук синтетический изопреновый,
СКД – каучук бутадиеновый, **СКС** – каучук бутадиенстирольный,
СКЭП – каучук этиленпропиленовый,
СКФ – каучук фторосодержащий,
БК – бутилкаучук,
ХСПЭ – хлорсульфированный полиэтилен

Маркировка пластмассовых изделий

- PET или **ПЭТ** – **полиэтилентерфталат**
- HDPE или **ПВД** – **полиэтилен высокого давления**
- PVC или **ПВХ** – **поливинилхлорид**
- LDPE или **ПНД** – **полиэтилен низкого давления**
- PP или **ПП** – **полипропилен**
- PS или **ПС** – **полистирол**
- OTHER - Смесь различных пластиков или полимеры, не указанные выше

ПОЛИМЕРЫ

- PET или **ПЭТ** – **полиэтилентерфталат**. Используется для изготовления упаковок (бутылок, банок, коробок и т.д.) для розлива прохладительных напитков, соков, воды.
- Также этот материал можно встретить в упаковках для разного рода порошков, сыпучих пищевых продуктов и т.д.
- Самый распространенный вид пластмасс. Хорошо поддается переработке. Считается одним из самых безопасных видов пластмасс.

ПОЛИМЕРЫ

- HDPE или **ПВД** – **полиэтилен высокого давления**.
- Используется для изготовления кружек и пакетов для молока и воды, бутылок для отбеливателей, шампуней, моющих и чистящих средств, пластиковых пакетов. Канистр для моторного и прочих машинных масел и т.д.
- Очень хорошо поддается переработке и вторичному использованию. Считается безопасным для пищевого использования.

ПОЛИМЕРЫ

- PVC или **ПВХ** – **поливинилхлорид**.
- Используется для упаковки жидкостей для мытья окон, пищевых растительных масел.
- Из него изготавливаются банки для упаковки сыпучих пищевых продуктов и разного рода пищевых жиров.
- Этот пластик используется для производства труб, напольных и настенных покрытий, окон, садовой мебели, для изготовления жалюзи, клеенок, пленок для натяжных потолков, шторок для ванной, различного вида упаковок, пластиковых пакетов и даже игрушек. Этот пластик относится к самому опасному виду пластмасс и практически не поддается переработке.
- **При сжигании ПВХ выделяет в воздух канцерогенные диоксины (очень опасные яды).**
- **Для придания ПВХ эластичности в него добавляют пластификаторы (фталаты), что может вызывать у людей поражения печени и почек, бесплодие, рак**.
- В ПВХ может содержаться Бисфенол А и такие тяжелые металлы как кадмий, хром, ртуть, свинец, формальдегид. **По возможности откажитесь от использования этого пластика или сократите его потребление.**

ПОЛИМЕРЫ

- LDPE или **ПНД** – **полиэтилен низкого давления**.
- Используется в производстве полиэтиленовых пакетов, гнущихся пластиковых упаковок и для производства некоторых пластиковых бутылок.
- Хорошо поддается переработке и вторичному использованию, но его переработка низкорентабельна.
- Считается безопасными для пищевого использования.

ПОЛИМЕРЫ

- PP или **ПП** – **полипропилен**.
- Из него делаются крышки для бутылок, диски, бутылки для сиропа и кетчупа, стаканчики для йогурта, упаковки для фотопленок.
- Употребляется для изготовления игрушек, бутылочек для кормления детей.
- Полипропилен быстрее изнашивается и менее морозостоек, чем полиэтилен.
- Ученые полагают, что он не представляет опасности для здоровья человека и окружающей среды.
- Считается безопасными для пищевого использования.

ПОЛИМЕРЫ

- PS или **ПС** – **полистирол**.
- Используется в производстве поддонов для мяса и птицы, контейнеров для яиц, столовых приборов и чашек, сандвич - панелей, плит теплоизоляции зданий.
- Полистирол получают в результате полимеризации стирола, который является канцерогенном.
- По возможности откажитесь от использования этого пластика или сократите его потребление.

ПОЛИМЕРЫ

- OTHER или **ДРУГОЕ**.
- Смесь различных пластиков или полимеры, не указанные выше.
- Упаковка маркированная этой цифрой не может быть переработана и заканчивает свой жизненный цикл на свалке или в печи мусоросжигательного завода.
- Часто к этой группе относят пластик, изготавливаемый из поликарбоната PC или ПК.
- При нагревании, частом мытье или долгом использовании из таких изделий (пищевые контейнеры и бутылки) может выделяться Бисфенол А, который вызывает гормональные нарушения в человеческом организме.
- В тоже время к этому типу пластмасс могут относиться экологичные, разлагающиеся виды пластмасс.

ПОЛИМЕРЫ

Определение вида полимера по горению

Вид полимера	Характеристики горения			Химическая стойкость	
	горючесть	окраска пламени	запах продуктов горения	к кислотам	к щелочам
ПВД	Горит в пламени и при удалении	Внутри синеватая, без копоти	Горящего парафина	Отличная	Хорошая
ПНД	Горит в пламени и при удалении	Внутри синеватая, без копоти	Горящего парафина	Отличная	Хорошая
ПП	Горит в пламени и при удалении	Внутри синеватая, без копоти	Горящего парафина	Отличная	Хорошая
ПВХ	Трудно воспламеняется и гаснет	Зеленоватая с копотью	Хлористого водорода	Хорошая	Хорошая
ПС	Загорается и горит вне пламени	Желтоватая с сильной копотью	Сладковатый, неприятный	Отличная	Хорошая
ПА	Горит и самозатухает	Голубая, желтоватая по краям	Жженого рога или пера	Плохая	Хорошая
ПК	Трудно воспламеняется и гаснет	Желтоватая с копотью	Жженой бумаги	Хорошая	Плохая

ПОЛИМЕРЫ

Внешний вид полимера

Вид полимера	Механические признаки	Состояние поверхности на ощупь	Цвет	Прозрачность	Блеск
ПВД	Мягкая, эластичная, стойкая к раздиру	Маслянистая, гладкая	Бесцветная	Прозрачная	Матовая
ПНД	Жестковатая, стойкая к раздиру	Слегка маслянистая, гладкая, слабо шуршащая	Бесцветная	Полупрозрачная	Матовая
ПП	Жестковатая, слегка эластичная, стойкая к раздиру	Сухая, гладкая	Бесцветная	Прозрачная или полупрозрачная	Средний
ПВХ	Жестковатая, стойкая к раздиру	Сухая, гладкая	Бесцветная	Прозрачная	Средний
ПС	Жесткая, стойкая к раздиру	Сухая, гладкая, сильно шуршащая	Бесцветная	Прозрачная	Высокий
ПА	Жесткая, слабо стойкая к раздиру	Сухая, гладкая	Бесцветная или светло-желтая	Полупрозрачная	Слабый
ПК	Жесткая, слабо стойкая к раздиру	Сухая, гладкая, сильно шуршащая	Бесцветная, с желтоватым или голубоватым оттенком	Высоко-прозрачная	Высокий