

Учебник можно найти в интернете

[Материаловедение | а. м. адаскин, в. м. зув](#)

[academia-moscow.ru>ftp\\_share...fragments/fragment...](http://academia-moscow.ru>ftp_share...fragments/fragment...)

Адашкин А. М. *Материаловедение (металлообработка)* : учеб. пособие для. ... © Адашкин А. М., Зуев В. М., 2008 © Образовательно-издательский центр «Академия», 2012 ISBN 978-5-4468-0032-2 ©

1. Сделайте конспект
2. Готовые задания присылайте на электронную почту

**Убедительная просьба свои работы подписывать своей фамилией, ставить дату занятия, тему занятия**

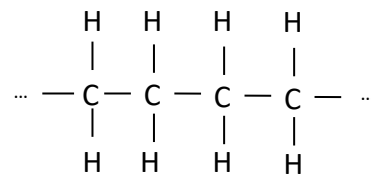
### Неметаллические материалы. Материалы на основе полимеров.

#### 1. Структура и свойства полимеров.

**Полимеры** – высокомолекулярные вещества с очень большой молекулярной массой  $10^5 - 10^7$  а.е.м.

**Основа структуры полимеров** – макромолекулы, которые построены из многократно повторяющихся звеньев – мономеров.

Пример: *Полиэтилен* - твердый белый или светло-серый материал без запаха, неполярный диэлектрик, полученный в результате реакции полимеризации газа этилена:



#### Структура макромолекул полимера:

- линейная
- разветвленная
- пространственная

Мономеры в макромолекуле связаны между собой сильной ковалентной связью.

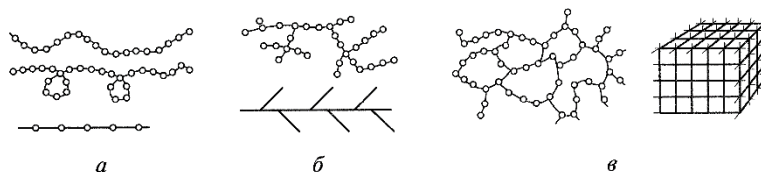


Рис. 12.1. Различные типы структур полимеров:  
а — линейная; б — разветвленная; в — пространственная

При повышении температуры такие полимеры легко размягчаются, становятся пластичными.

**Термопластичные материалы (термопласты)** характеризуются тем, что нагревание до температуры, соответствующей пластическому состоянию, не вызывает необратимых изменений их свойств. Они тверды при достаточно низких температурах, но при нагревании становятся пластичными и легко деформируются.

Полимеры с пространственно замкнутой (сетчатой) структурой образованы мономерами, имеющими более двух активных связей, в этом случае и макромолекулы соединены сильными ковалентными связями. На первой стадии образования такие полимеры получают линейную структуру.

Пространственная структура образуется на второй стадии в процессе отверждения под воздействием температуры, давления, отвердителей вследствие необратимых химических реакций, вызывающих возникновение связей (сшивание) между ранее разобщенными макромолекулами. Такие полимеры называются **термореактивными или реактопластами**.

**В термореактивных (термоотверждающихся)** материалах при достаточной выдержке при высокой температуре происходят необратимые процессы, в результате которых они теряют способность плавиться, и растворяются, становясь твердыми и механически прочными.

Виды:

- густосетчатые (с большим количеством связей) реактопласты
- редкосетчатые (с малым количеством связей) реактопласты

## 2. Структура полимеров.

Структура линейных и разветвленных полимеров может быть **кристаллической и аморфной**. Линейные неразветвленные макромолекулы могут плотно упаковываться в пачки, формируя кристаллическую структуру. Эти пачки в виде пластин образуют кристаллы пластинчатой или округлой формы – **сферолиты**.

Линейные и разветвленные макромолекулы способны образовывать **глобулы** – свернутые клубки макромолекул, которые в случае близких диаметров могут быть уложены в кристаллические решетки.

Полимеры с пространственной структурой всегда имеют аморфную структуру.

Скорость кристаллизации у полимеров значительно ниже, чем у металлов. Полимеры в отличие от металлов легко приобретают аморфное строение. Добиться полностью кристаллической структуры полимеров не удастся.

**Стеклообразное состояние характеризуется** – колебательным движением атомов около положения равновесия. В таком состоянии полимер находится до определенной температуры – температура стеклования  $T_c$ . после приложения нагрузки к полимеру возникают только упругие деформации  $\epsilon$  малой величины (2-5%)

При  $t > T_c$  полимеры переходят в **высокоэластичное состояние** – характеризуется способностью материала к большим обратимым изменениям формы при малых нагрузках. В результате теплового движения происходят колебательные перемещения звеньев – мономеров. Макромолекулы скручены, имеют витки, петли. Под нагрузкой они приобретают способность изгибаться, распрямляться, т.е. увеличивать длину. После снятия нагрузки полимер восстанавливает первоначальную форму.

Высокоэластичное состояние полимеров сохраняется до **температуры текучести  $T_t$** . При достижении  $T_t$  полимеры переходят в **вязкотекучее состояние**. При этом взаимную подвижность получают целые макромолекулы. Они смещаются друг относительно друга не одновременно, а постепенно, поэтому полимер переходит не в жидкое, а в вязкотекучее состояние.

Все **три состояния** аморфной фазы могут существовать только у **линейных и разветвленных** полимеров, т.е. не имеющих сильных пространственных связей.

**Густосетчатые полимеры** могут находиться только в стеклообразном состоянии; **редкосетчатые** – в стеклообразном и высокоэластичном состоянии.

### Свойства полимеров:

**Особенность полимеров** – в них происходят процессы **релаксации**.

**Релаксация наблюдается:**

- при приложении постоянного напряжения  $\sigma_{const}$  (процесс ползучести – изменение размеров при постоянной нагрузке)
- при деформации на определенную величину  $\epsilon_{const}$  (размеры уменьшаются)

Длительность релаксационных процессов зависит от температуры.

$t < T_c$  – процессы протекают медленно – от  $10^5$  -  $10^7$  с до нескольких лет, т.е. практически незаметны.

$t > T_c$  - процессы протекают – от  $10^{-4}$  -  $10^4$  с – релаксация оказывает заметное влияние на размеры изделий и свойства полимеров.

Полимеры подвержены **старению**, т.е. самопроизвольному и необратимому изменению свойств вследствие разрушения связей в цепях макромолекул.

**Причины старения:**

- Это связано со сложными реакциями образования свободных радикалов или ионов, вызывающими либо **деструкцию** (размягчение, выделение летучих веществ), либо **структурирование** (повышение твердости, хрупкости, потерю эластичности)
- В результате действия кислорода, озона, света, температуры.
- Ускоряются с приложением напряжений.

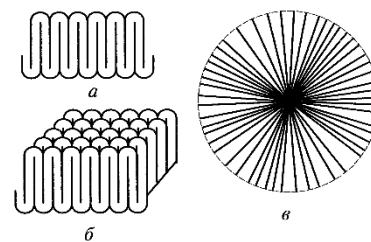


Рис. 12.2. Кристаллическая структура полимеров:  
 $a$  – лента;  $b$  – пластина, составленная из лент;  $v$  – сферолит

- При высоких температурах (200 -500 °С) происходит термическое разложение (деструкция) полимеров – испарение летучих веществ, причем не только с поверхности, но и во всем объеме. Для замедления процессов старения в полимеры добавляют стабилизаторы (различные органические и неорганические вещества).  
Пример: введение в состав полиэтилена 2 -3 % сажи замедляет процессы старения примерно в 30 раз, при этом срок службы повышается до 5 лет и более.