

КУРС «Материаловедение»

Тема: неметаллические материалы

Казачков Олег Владимирович, доцент, к.т.н.
Институт лесных, инженерных и строительных наук,
кафедра технологических и транспортных машин и оборудования
[kaz @ psu.karelia.ru](mailto:kaz@psu.karelia.ru)

Классификация неметаллических материалов

Неметаллические материалы

пластмассы



керамика



резина



*

copyright Казачков О.В., ПетрГУ

Резиновые материалы: определение, свойства

- Резина – искусственный материал, получаемый в результате **вулканизации резиновой массы**.
- Резина – **реактопласт с редкосетчатой структурой**.
- Основное свойство- **высокая эластичность**.
Характеризуется высоким сопротивлением разрыву и истиранию, газо- и водонепроницаемостью, хим.стойкостью, электроизоляционными и амортизационными св-вами, низкой теплопроводностью.

Состав резиновых материалов

- Основной компонент- каучук – полимер, способный к большим обратимым деформациям при небольших нагрузках
- Макромолекула имеет вытянутую извилистую форму, аморфную стр-ру.
- **Вулканизаторы**- сера , оксиды цинка
- **Наполнители** – сажа, оксид кремния, мел,
- **пластификаторы**- вазелин, парафин, мазут
- **Противостарители, красители, регенераты**

Получение резиновых изделий

1. **Нарезание каучука на куски и его пластификация**
2. **Смешивание каучука с компонентами**
3. **Каландрирование резиновой смеси**
4. **Изготовление изделий из сырой резины прессованием**
5. **Вулканизация – формирование физико-механических свойств изделиям**

Классификация резины по назначению



Из резин общего назначения изготавливают авт. шины, транспортерные ленты, рукава, шланги, уплотнительные и амортизационные детали.

Классификация спец. резины

Спец резины

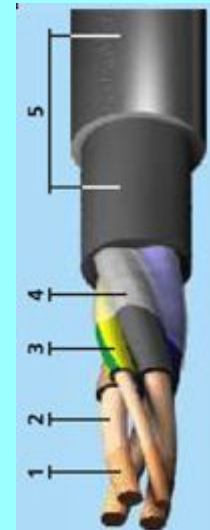
Теплостойкие (до 250...350 °С)

Морозостойкие (до-70 °С)

маслобензостойкие

светоозоностойкие

электроизоляционные



Кабель силовой
гибкий
озоностойкий

Керамика: определение, свойства

- **Керамика** – это неорганический минеральный материал, получаемый из отформованного минерального сырья путем спекания при высоких температурах (1200...2500 °С)
- Имеют высокую кислото- и щелочностойкость, окалиностойкость, жаропрочность, термостойкость, износостойкостью, хорошо работают на сжатие

Классификация керамики

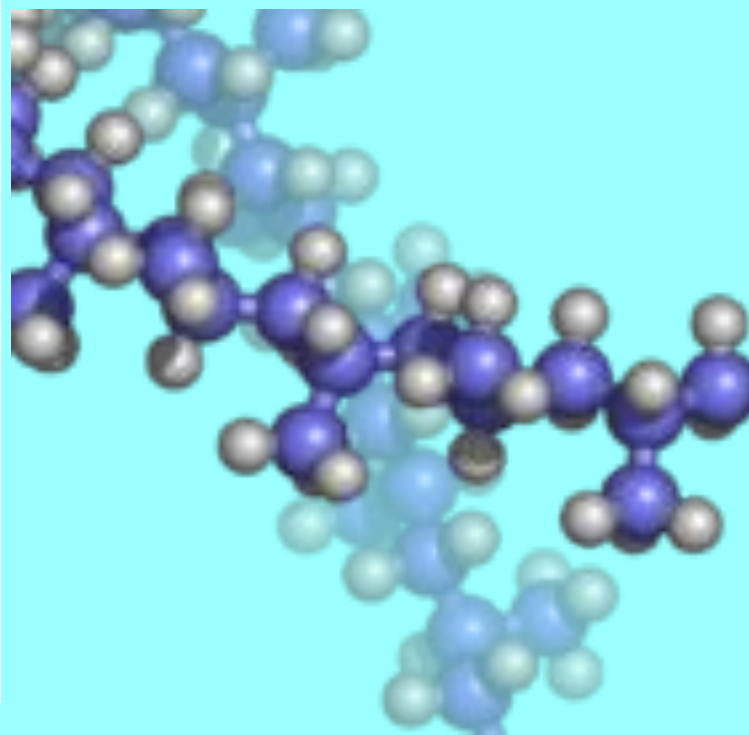


- **Оксидная керамика**- спекание порошков оксидов Al, Zr, Mg, Ca, Be, U
Применяют, как огнеупорный материал в печах, теплоизоляционный материал реакторов, печей, вакуумной керамики реакторов , тиглей
- **Бескислородная керамика**- спекание порошков карбидов, боридов, нитридов, силицидов
Применяют, как окалиностойкий, жаропрочный, термостойкий, материал для двигателей

Основные понятия: пластмассы

Пластмассы – искусственные материалы полученные на основе органических, полимерных связующих веществ (полимеров).

Полимер – вещество макромолекулы которого состоят из многочисленных элементарных звеньев-мономеров одинаковой структуры.



Историческая справка



- Термин “полимерия” был введен в науку И.Берцелиусом в 1833 г. Ряд полимеров был, по-видимому, получен еще в первой половине 19 века. Первые упоминания о синтетических полимерах относятся к 1838 г (поливинилхлорид) и 1839 г (полистирол)
- Химия полимеров возникла только в связи с созданием А.М.Бутлеровым теории химического строения.

Особенности пластмасс

- Малая плотность 1...2 г/см³
- Низкая электро- и теплопроводность
- Значительное тепловое расширение
- Высокая химическая стойкость
- Высокие фрикционные и антифрикционные свойства
- Физиологическая безвредность

Область применения пластмасс.



Состав пластмасс

- **Полимерные связующие вещества**
- **Наполнители** для изменения свойств
- **Пластификаторы** для повышения пластичности
- **Отвердители**
- **Стабилизаторы** для замедления старения
- **Красители**

Классификация полимеров

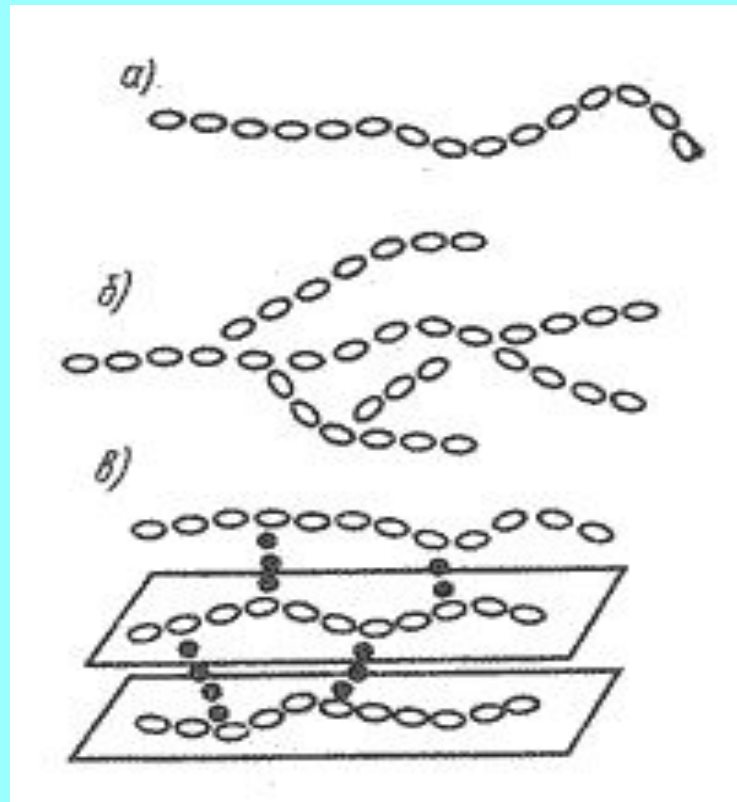
Полимеры

природные

синтетические

- Полимерами называются вещества, макромолекулы которых состоят из многочисленных элементарных звеньев (мономеров) одинаковой структуры. Молек. масса $>5 \cdot 10^3$ до 10^6 а.е.м.
- Синтетические полимеры – группа веществ, получаемых синтезом продуктов нефтепереработки

Классификация полимеров в зависимости от формы и строения



- **а) линейные**
Длинные зигзагообразные молекулы (глобулы)
- **б) разветвленные**
Молекулы имеют боковые разветвления
- **в) сетчатые**
соединены ковалентными связями поперечном направлении к основной цепи

Классификация полимеров по составу

- Карбоцепные

Основные цепи содержат атомы С

- Гетероцепные

Основные цепи содержат атомы С, N, S, O

- Элементоорганические

Основные цепи содержат атомы Al, Ti, Si

Получение полимеров



- **Полимеризация**- процесс соединения молекул за счет раскрытия ненасыщенных связей
- Участие двух или более мономеров называют **сополимеризацией**
- **Поликонденсация**- процесс последовательного взаимодействия двух или более низкомолекулярных веществ с образованием побочных продуктов : воды, аммиака, хлористого водорода

Классификация пластмасс по виду связующего полимера

Пластмассы

Термопласты

Реактопласты

- **Основа термопластов-** полимеры линейной или разветвленной структуры, способные переходить многократно при нагревании в вязкотекучее состояние без химических превращений
- **Основа реактопластов-** полимеры трехмерной сетчатой структуры, неспособные переходить многократно при нагревании в вязкотекучее состояние

Термопласты; основные виды

- Полиэтилен
- Поливинилхлорид (пластикат, винипласт)
- Полистирол
- Полиметилметакрилат (орг.стекло)
- Полиамиды
- Полиуретаны
- Фторопласт-3
- Фторопласт-4 (политетрафторэтилен)

Зависимость свойств термопластов

- От температуры: при нагреве уменьшается прочность, повышается вязкость, ползучесть
- От длительности нагружения: уменьшается прочность, появляется ост. деформация
- От скорости деформации: повышается жесткость, уменьшается надежность
- От структуры: зависят от ориентации молекулярной структуры

Особенности термопластов

- Модуль упругости в 10...100. раз меньше чем у металлов и у керамики
- Прочность 10...100МПа
- Хорошо сопротивляются усталости
- Разрушаются при нагрузке с частотой выше 20Гц
- Невысокая теплостойкость, нестабильность свойств из-за старения и ползучести
- Не взаимодействуют с водой и смазкой
- При горении выделяют вредные газы

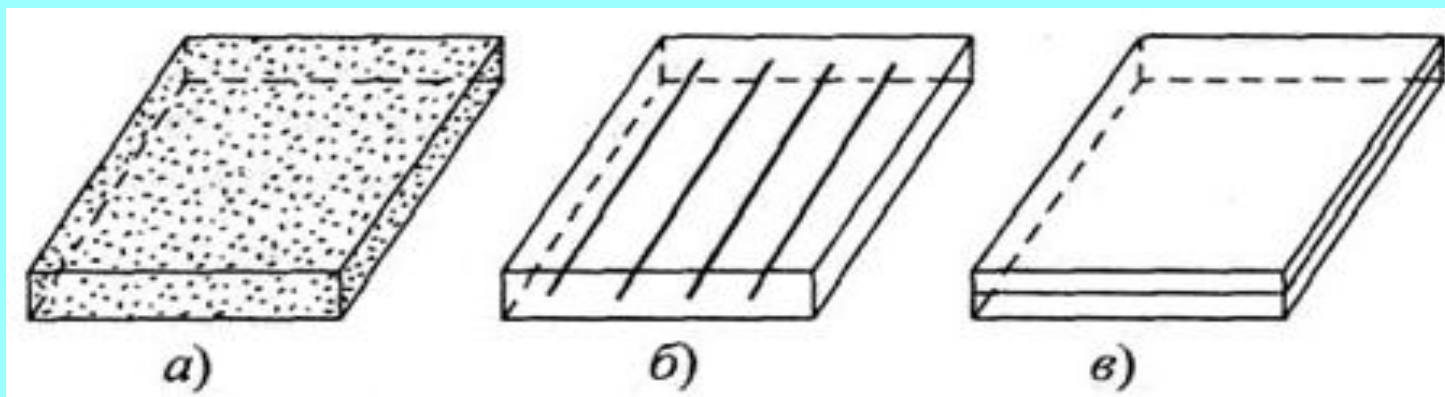
Полистирол

- Полистирол— широко применяющийся в электротехнике. Выпускается модифицированный полистирол: *ударопрочный, теплостойкий, пенополистирол*. Пенополистирол используется как теплозвукоизоляционный материал.
- Недостатки полистирола—**хрупкость, низкая устойчивость к действию органических растворителей.**

Полиимид

- Полиимид—новый класс термостойких полимеров, обладает высокой *прочностью* вплоть до температуры разложения, *химической стойкостью*, *тугоплавкостью*, *низким коэффициентом трения скольжения*, *низкой ползучестью*. Пленка работоспособна при 200°C в течение нескольких лет, при 300°C —1000 ч, при 400°C —до 6 ч. Кратковременно она не разрушается даже в струе плазменной горелки. Выдерживает $\sigma_{1000}^{300} = 50$ МПа при $\sigma_{в} = 180$ МПа.
- Плотность = 1,35...1,48 г/см³

Композиционные пластмассы



Слоистые пластмассы

- Получают прессованием или намоткой наполнителей, пропитанных смолой

Примеры (наполнитель):

- **Текстолит** (хлопчатобумажная ткань)
- **Стеклотекстолит** (стеклоткань)
- **Асботекстолит** (асбестовая ткань)
- **Стекловолокнистый анизотропный материал СВМ** (стеклошпон)
- **Древеснослоистые пластики** (др. шпон)

Волокнистые пластмассы

- Композиция из волокон, пропитанных смолой

Примеры (наполнитель):

- **Волокниты** (очесы хлопка)

Изготавливают рукоятки, фланцы, шкивы, маховики

- **Асбоволокниты** (асбест)

Изготавливают тормозные устр-ва

- **Стекловолокниты** (стекловолокно)

Изготавливают силовые электротехнические детали. уплотнители

Порошковые пластмассы

- **Органические наполнители**: древесная мука, целлюлоза

Применяются для ненагруженных деталей – корпусов приборов, рукояток, кнопок

- **Минеральные наполнители**: молотый кварц, тальк, графит, цемент, слюда

Применяются для хим.стойких, водостойких, электроизоляционных деталей

Примечание:

Все пластмассы обладают низкими мех.св-вами

Поликонденсационные полимеры

- Фенолформальдегидные
- Карбамидные
- Полиамидные
- Полиэфирные
- Эпоксидные
- Полиуретановые
- Поликарбонатные
- Кремнийорганические

Кстати

- Полимеры совершают техническую революцию в микроэлектронике. Созданы не только **токопроводящие полимеры**, за что в 2000 году дали Нобелевскую премию по химии, но и **полимерные полупроводники, полимерные светодиоды и даже полимерные магниты**. Поведением таких полимеров можно **управлять с помощью электрического тока**. В итоге получили прозрачный полимер, который под влиянием небольшого приложенного напряжения меняет свой цвет (**стекло-хамелеон**).

Идентификационная маркировка пластиков

для маркировки популярны знаки в виде треугольника из трех замкнутых стрелок, внутри – цифра или латинские буквы. Сам знак означает замкнутый цикл (создание – применение – утилизация), а надписи определяют материал. Цифрами 1–19 обозначают пластики

В свою очередь для пластмасс, например, установлены такие обозначения: PETE – полиэтилен, V – поливинилацетат, LDPE – полиэтилен низкого давления, PP – полипропилен, PS – полистирол, HDPE – полиэтилен высокого давления, PAN – полиакрилонитрил.



Несколько фактов о пластмассе:

- - Специалисты предполагают, что пластиковому пакету требуется от 500 до 1000 лет, чтобы разложиться до микроскопических гранул. При сжигании выделяются токсичные вещества, которые могут привести к гормональным изменениям у новорожденных.
- - В 1997 году в Тихом океане обнаружилось скопление пластиковых пакетов и других отходов протяженностью в несколько километров.



Решение проблем

Госдума рассматривает Федеральный Закон “Об упаковке и упаковочных отходах”.

- **Размер оплаты на утилизацию и переработку упаковки, должен составлять около 10% отпускной заводской стоимости упаковки. Производители упаковки, использующие эту упаковку, также будут платить сбор за негативное воздействие упаковочного мусора на окружающую среду.**
- **Импортные товары с пластиковой упаковкой, будут подвергаться дополнительным таможенным сборам.**
- **Предусматривается введение некой залоговой стоимости упаковки, которая возвращается производителю в случае сдачи использованной упаковки на переработку.**
- **Для контроля за соблюдением закона будет создан федеральный координационный центр по обращению с упаковочными отходами.**