

*МИРЭА - Российский технический университет
Институт тонких химических технологий
имени М. В. Ломоносова*

**КАФЕДРА
ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛАСТМАСС
И ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ
(ХТПП и ПК)**



Бакалавриат (академический)

Направление подготовки:

18.03.01 «Химическая технология»

Профиль: «Технология и переработка полимеров»

Дисциплина:

Б1.В.ДВ.10.3 «Принципы создания полимерных композиционных материалов»

Лектор:

доктор технических наук, профессор

Симонов-Емельянов Игорь Дмитриевич

Лекция 2
**Полимерные композиционные
материалы – исходные компоненты и их
свойства**

**доктор технических наук,
профессор
И. Д. Симонов-Емельянов**

Многоуровневая организация гетерогенной структуры ПКМ

Гетерогенную гетерофазную структуру ПКМ можно представить как многоуровневую единую систему, построенную на разных *иерархических уровнях*:

- **наноуровень** — наночастицы размером - 1,0 - 100нм и структура граничных (межфазных) слоев
- **микроуровень** — формирование фазовых частиц размером 0,1 –1,0мкм (ультрадисперсные) и 1,0–10мкм (микродисперсные) и структуры граничных (межфазных) слоев
- **макроуровень** — фазовая структура с размером фазовых частиц 10-50 мкм (макродисперсные) и более 50мкм (крупные частицы)

Основные пути создания ПКМ

- 1. Введение в полимерную матрицу компонентов (2-ая и n-фаза), относящихся к основным классам материалов (металлы, керамики, полимеры).**
- 2. Введение в полимерную матрицу компонентов (2-ая фаза и n-фаза) разного агрегатного состояния (газ, жидкость, твердое тело).**
- 3. Введение в полимерную матрицу компонентов разной выпускной формы и структуры (порошки, волокна, ткани, пленки, нетканые материалы и каркасные (объемные) системы).**
- 4. Введение в полимерную матрицу исходных компонентов (n-фаз) разных классов, агрегатного состояния и начальной структуры.**

Исходные компоненты для создания ПКМ

Основные классы материалов



Основные классы материалов - МЕТАЛЛЫ

Металлы(Me) – неорганические материалы, состоящие из атомов, соединенных между собой металлической связью и содержащие свободный электронный газ из валентных электронов в межатомном пространстве.

Золото



Чугун



Медь



Сталь



Алюминий



Бронза



Основные классы материалов - КЕРАМИКИ

Керамики (К) – неорганические материалы, структура которых формируется в результате образования между атомами ионных и ковалентных связей при высокотемпературном обжиге (более 1000°C).



Основные классы материалов (Металлы, Керамики)

Металлы (Me) – неорганические материалы, состоящие из атомов, соединенных между собой металлической связью и содержащие свободный электронный газ из валентных электронов в межатомном пространстве.

Металлы различают:

- по плотности - *легкие* (до 5 г/см^3), *тяжелые* ($5 - 12 \text{ г/см}^3$) и *сверхтяжелые* (более 12 г/см^3);
- по температуре плавления - *легкоплавкие* (до 1000°C) и *тугоплавкие* (более 1500°C);
- по эксплуатационным характеристикам - черные и цветные.

Керамики (K) – неорганические материалы, структура которых формируется в результате образования между атомами ионных и ковалентных связей при высокотемпературном обжиге (более 1000°C).

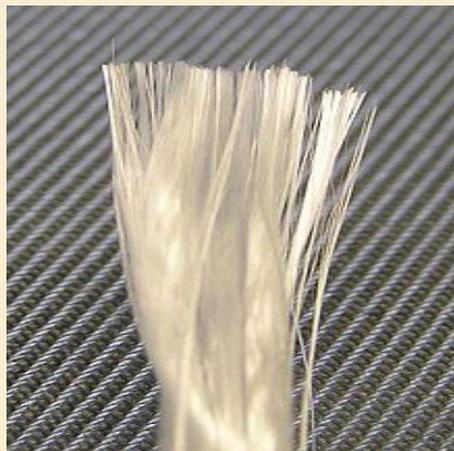
Керамики различают:

- **традиционные керамики** - форфор, фаянс, глина, цемент;
- **новые керамики** - соединения Me с углеродом (**карбиды**), бором (**бориды**), азотом (**нитриды**), кислородом (**оксиды**) и кремнием (**силициды**).

Новые керамики - соединения Me с углеродом (карбиды), бором (бориды), азотом (нитриды), кислородом (оксиды) и кремнием (силициды)



Бобина с углеродным волокном



Стекловолокно



Базальтовое волокно



Углеродная ткань



Стеклоткань объемного плетения



Бобина с базальтовым волокном

Основные классы материалов - ПОЛИМЕРЫ

Полимеры (II) – органические и неорганические, аморфные и кристаллические материалы, полученные путем многократного повторения групп атомов, называемых мономерами, соединенных посредством ковалентных связей в длинные макромолекулы, связь между которыми осуществляется с помощью слабых сил Ван-дер-Ваальса (термопласты) или ковалентных связей (реактопласты).



Основные классы материалов (Полимеры)

Полимеры(П) – органические и неорганические, аморфные и кристаллические материалы, полученные путем многократного повторения групп атомов, называемых мономерами, соединенных посредством ковалентных связей в длинные макромолекулы, связь между которыми осуществляется с помощью слабых сил Ван-дер-Ваальса (термопласты) или ковалентных связей (реактопласты).

Высокомолекулярные соединения различают:

- ***по значениям молекулярной массы (ММ)*** - олигомеры (до 10^3), полимеры (от 3×10^3 до 5×10^5) и сверхвысокомолекулярные полимеры (более 5×10^5);
- ***по строению главной цепи*** на 7 основных групп:
 - ***карбоцепные*** (главная цепь образована атомами углерода);
 - ***гетероцепные*** (в главной цепи наряду с атомами углерода присутствуют атомы – -O, -N, -S, -P);
 - ***полиарилены*** (в главной цепи - ароматические циклы),
 - ***гетероциклические*** (в главной цепи – неароматические циклы);
 - ***сополимеры и - блоксополимеры*** (в главной цепи – два и более различных мономеров);
 - ***элементоорганические*** (главная цепь образована атомом Si или другими атомами);
 - ***биополимеры и белки.***
- ***по организации молекулярной структуры***- линейные, разветвленные, плоско-сетчатые и пространственно-сетчатые.

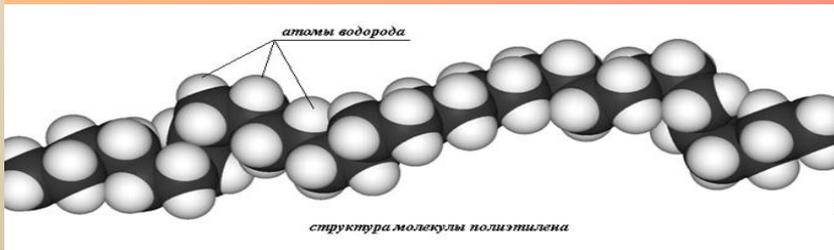
Классификации полимеров:

• **по значениям молекулярной массы (ММ)** - олигомеры (до 10^3), полимеры (от 3×10^3 до 5×10^5) и сверхвысокомолекулярные полимеры (более 5×10^5);

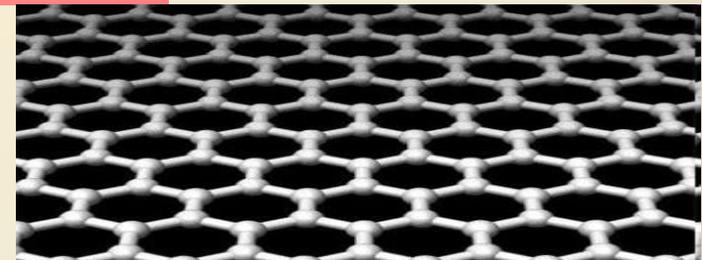
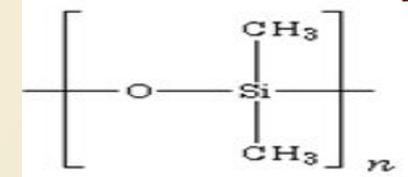
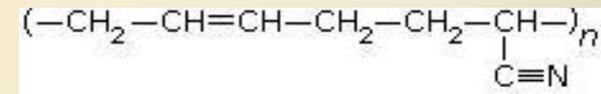
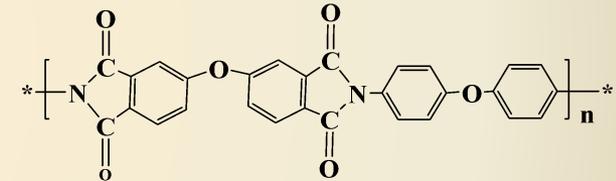
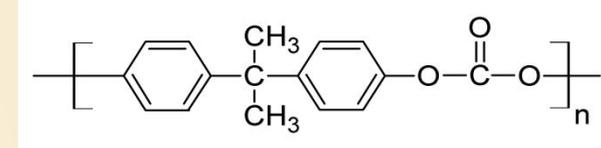
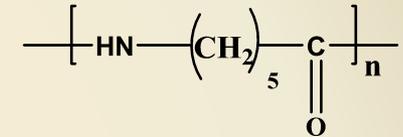
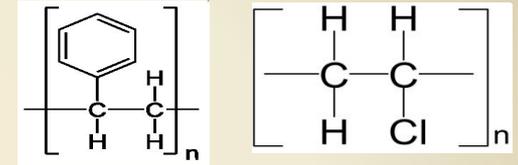
• **по строению главной цепи** на 7 основных групп:

- **карбоцепные** (главная цепь образована атомами углерода);
 - **гетероцепные** (в главной цепи наряду с атомами углерода присутствуют атомы -O, -N, -S, -P);
 - **полиарилены** (в главной цепи - ароматические циклы),
 - **гетероциклические** (в главной цепи - неароматические циклы);
 - **сополимеры и блоксополимеры** (в главной цепи - два и более различных мономеров);
 - **элементоорганические** (главная цепь образована атомом Si или другими атомами);
 - **биополимеры и белки**.

• **по организации молекулярной структуры** - линейные, разветвленные, плоско - сетчатые и пространственно - сетчатые.

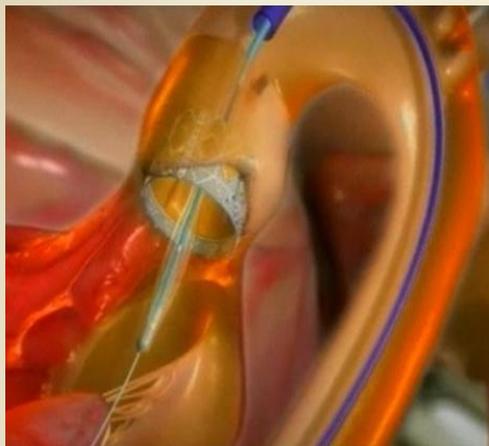


Полимеры



Основные классы материалов - ПОЛИМЕРЫ

Полимеры (П) в медицине



Сердечный клапан



Сердечный клапан



Коленный сустав



Коленный сустав



Зубные протезы



Протез кисти руки



Протез руки



Протез ноги

Основные классы материалов - ПОЛИМЕРЫ

Полимеры (II) для упаковки



Основные классы материалов - ПОЛИМЕРЫ

Полимеры (П) в строительстве



Свойства основных классов материалов

Характеристики	Металлы	Керамики	Полимеры
Плотность, кг/м ³	1800 (500)-22000	1750-16000	800-1500 (2200)
T _{пл} , T _{разл} , °C	- 70 - 3950	500-4500	50-450 (900)
Прочность, МПа	10-10 ⁴	8-7200	10-210 (10 ⁴)
Модуль Юнга, ГПа	1-400	1,5-890	0,05-9,0
Деформация, %	0,1 – 25 (1000)	0,1 – 5 (200)	0,5 - 1000
Коэффициент Пуассона	0,03-0,45	0,07-0,25	0,2-0,5
КЛТР x 10 ⁻⁵ , 1/°C	0,4-8	0,05-1,9	2-30
Теплопроводность, Вт/(м К)	1,5-390	0,5-440 (5600)	0,12-2,9
Удельное электрическое объемное сопротивление, Ом м	10 ¹² - 10 ⁻⁶	10 ⁻⁶ -10 ²⁰ (0)	10 ⁸ - 10 ²⁰
Диэлектрическая проницаемость	-	90-8000	1,9-15

Примечание: в скобках указаны значения свойств суперсовременных материалов

СПАСИБО
ЗА
ВНИМАНИЕ

