



Дисциплина «Материаловедение и ТКМ», лекция 1.1

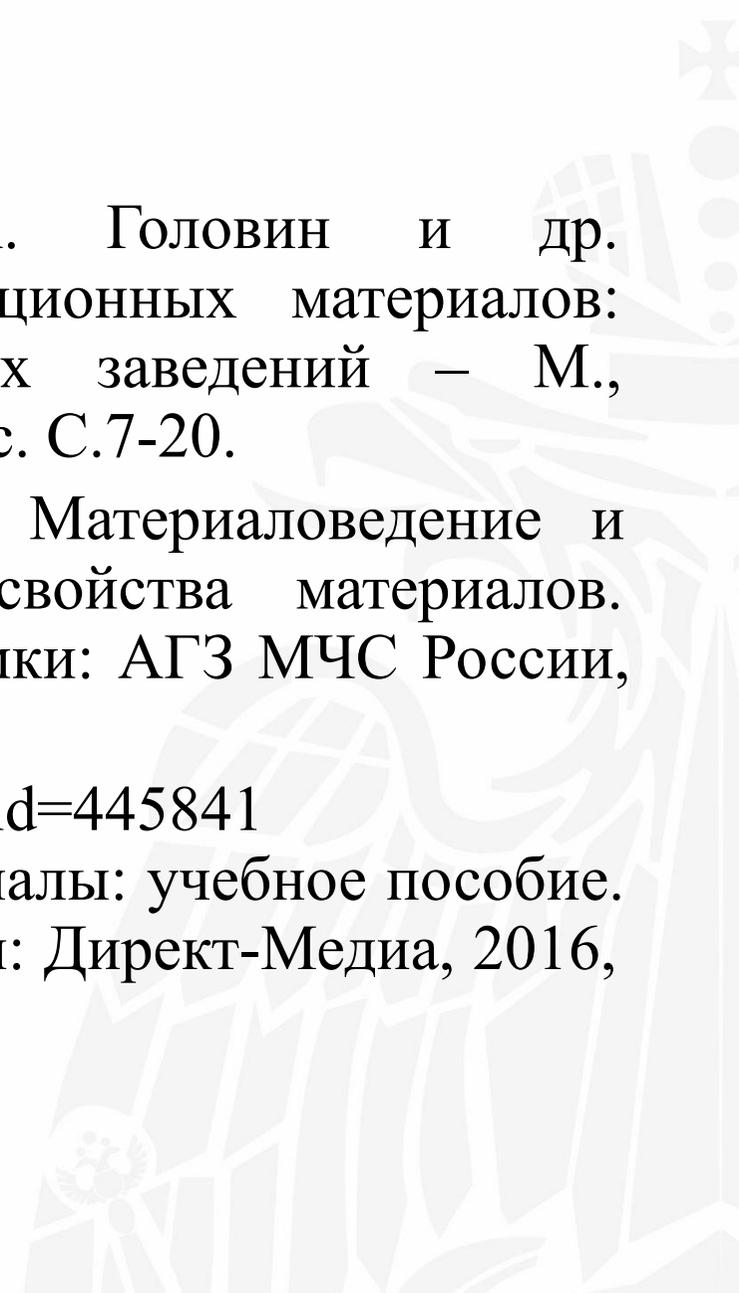
Основные виды и свойства— материалов

УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ:

- 1. Металлические материалы
- 2. Силикатные материалы
- 3. Полимерные материалы
- 4. Композиционные материалы

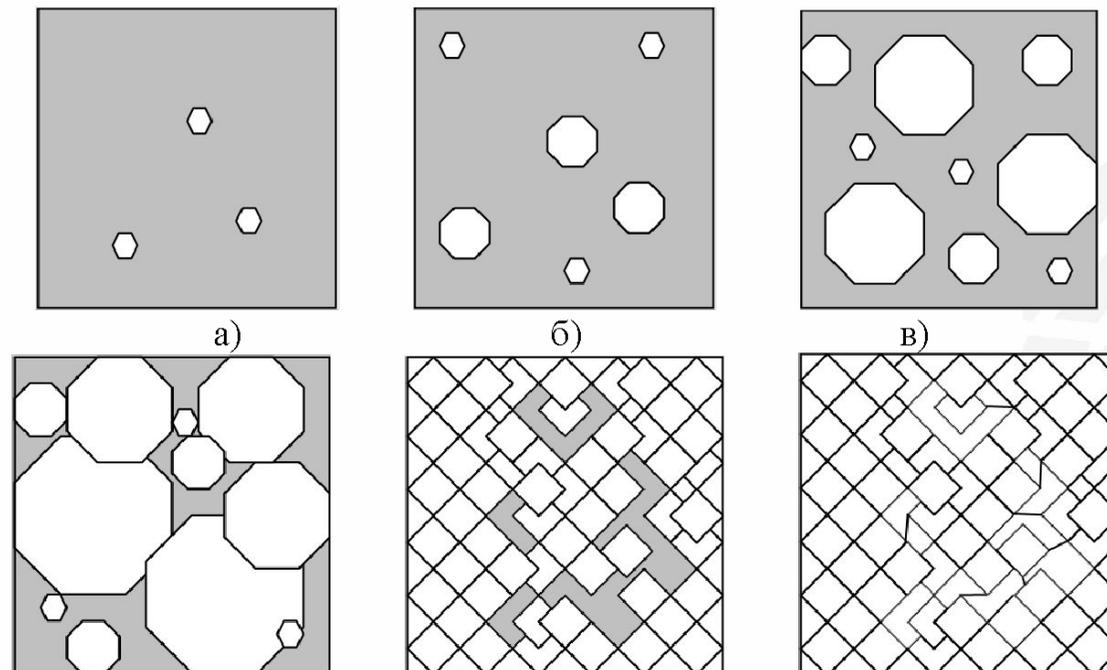


Литература

1. Арзамасцев В.Б., А.Н. Волчков, В.А. Головин и др. *Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебник для студентов высших учебных заведений* – М., Издательский центр «Академия», 2009 г., 448 с. С.7-20.
 2. Валуев Н.П., Муров В.А., Пушкин И.А. *Материаловедение и безопасность материалов. Структура и свойства материалов. Металлические материалы. – Учебник.* - Химки: АГЗ МЧС России, 2012 г., 181 с. С. 15-48.
 3. https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=445841
Конструкционные электротехнические материалы: учебное пособие. Москва, Под редакцией: Горелов В.П. Берлин: Директ-Медиа, 2016, 341 с. С. 20-37.
- 

Процесс кристаллизации

- Рассмотрим стадии процесса кристаллизации: при понижении температуры сплава ниже температуры кристаллизации на многих участках жидкого металла.

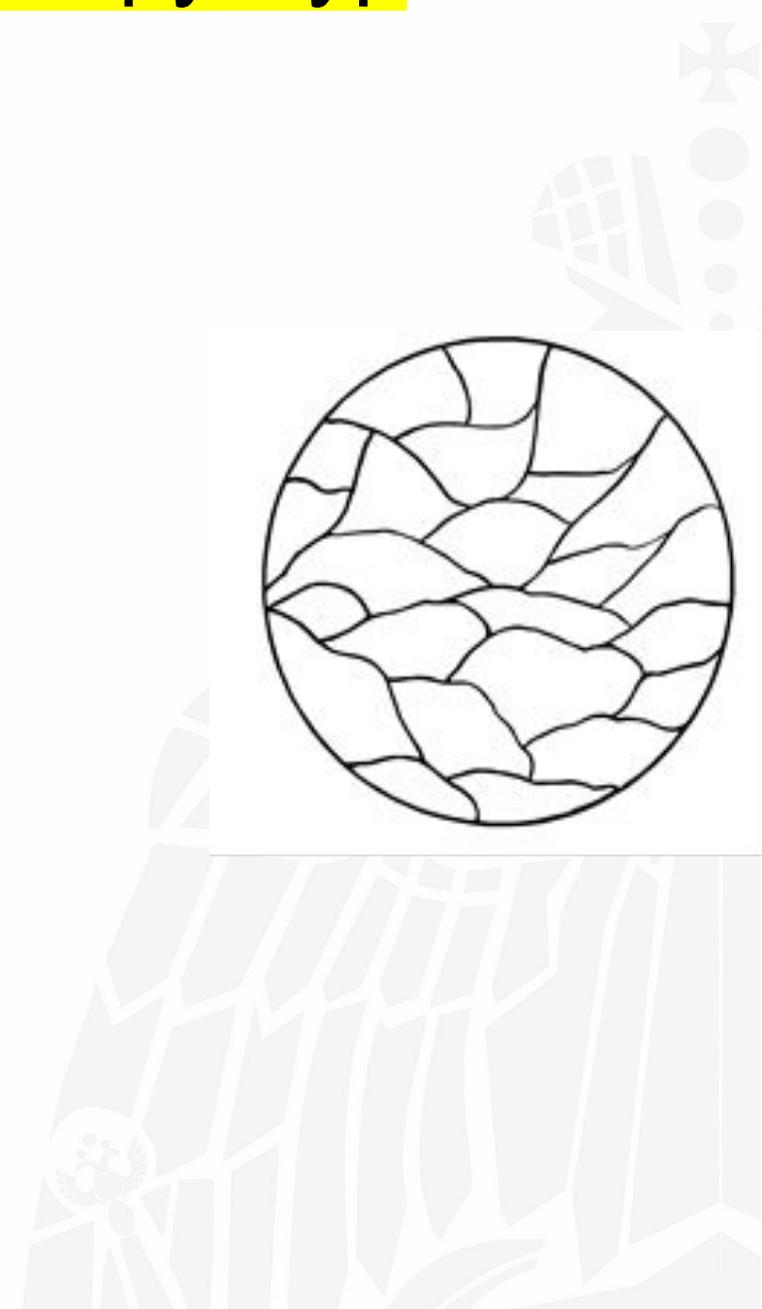
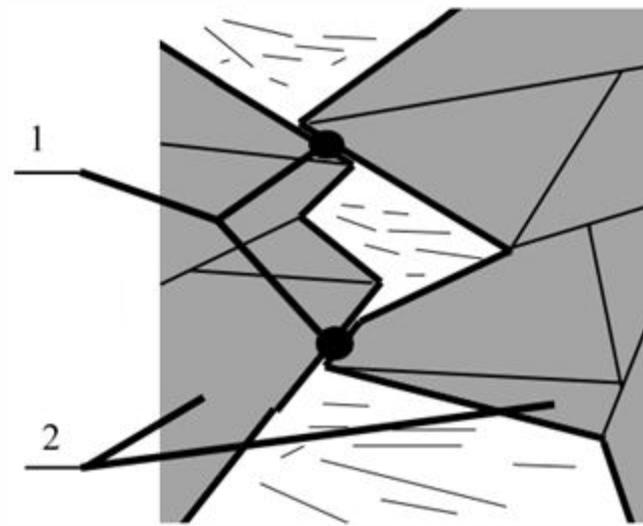
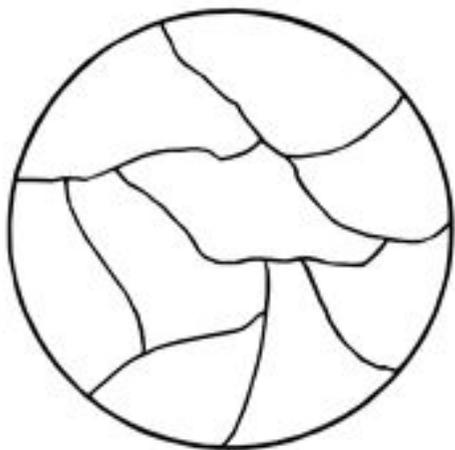




Две независимые стадии процесса кристаллизации

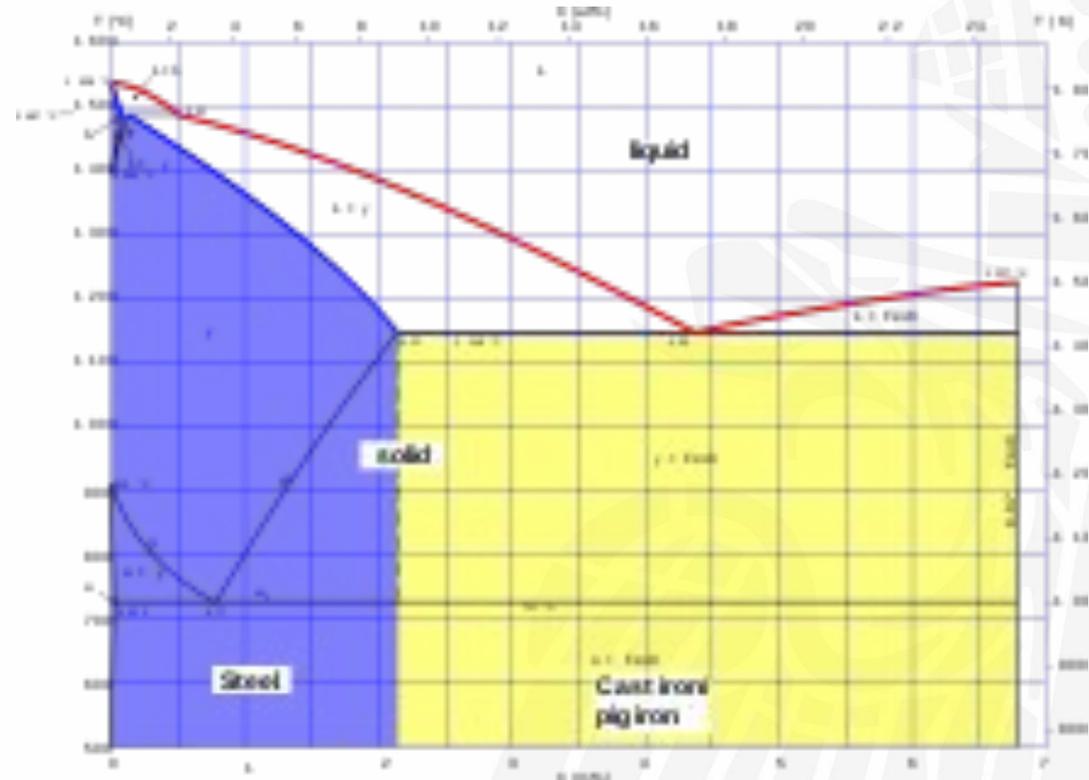
- **Во время протекания кристаллизации различают две стадии (процесса), которые протекают, не имея зависимости, друг от друга. Это процесс образования зародышей и процесс роста кристаллов.**
- **В зависимости от того, какая составляющая процесса кристаллизации идет более интенсивно, возникает та или иная структура. Соответственно и свойства материала, образовавшегося в процессе кристаллизации, в значительной степени зависят от размера и формы кристаллов. Рассмотрим некото-рые конкретные случаи:**

Виды кристаллических структур



Стали и чугуны. Состав и свойства

- **Сталь** (от нем. Stahl) - сплав железа с углеродом (и другими элементами), содержащий не менее 45 % железа и в котором содержание углерода находится в диапазоне от 0,02 до 2,14 %, причём содержанию от 0,6 % до 2,14 % соответствует высокоуглеродистая сталь. Если содержание углерода в сплаве превышает 2,14 %, то такой сплав называется **чугуном**.
- Углерод придаёт этим сплавам **прочность и твёрдость**, **снижая пластичность и вязкость**.



Свойства сталей

- **Плотность:** 7700—7900 кг/м³ (7,7—7,9 г/см³).
- **Удельный вес:** 75500—77500 Н/м³ (7700—7900 кгс/м³ в системе МКГСС).
- **Удельная теплоёмкость** при 20 °С: 462 Дж/(кг·°С) (110 кал/(кг·°С)).
- **Температура плавления:** 1450—1520 °С.
- **Удельная теплота плавления:** 84 кДж/кг (20 ккал/кг, 23 Вт·ч/кг).

Свойства чугунов

- **Белый чугун.** По составу белый чугун, подвергающийся отжигу на ковкий чугун, является доэвтектическим и имеет структуру ледебурит + цементит (вторичный) + перлит. Для получения структуры феррит + углерод отжига в процессе отжига должен быть разложен цементит ледебурита, вторичный цементит и цементит эвтектоидный, то есть входящий в перлит. Разложение цементита ледебурита и цементита вторичного (частично) происходит на первой стадии графитизации, которую проводят при температуре выше критической (950—1000 °С); разложение эвтектоидного цементита происходит на второй стадии графитизации, которую проводят путём выдержки при температуре ниже критической (740—720 °С), или при медленном охлаждении в интервале критических температур (760—720 °С).
- **Серый чугун.** Маркируется серый чугун буквами СЧ, после которых указывают гарантированное значение предела прочности в кг/мм², например СЧ30. Серый чугун характеризуется высокими литейными свойствами (низкая температура кристаллизации, текучесть в жидком состоянии, малая усадка) и служит основным материалом для литья. Он широко применяется в машиностроении для отливки станин станков и механизмов, поршней, цилиндров.
- **Ковкий чугун**
- **Высокопрочный чугун.** Высокопрочные чугуны маркируются буквами ВЧ, после которых указывают прочность и, через тире, относительное удлинение в %, например ВЧ60-2.

3. Легированные стали и сплавы. Классификация, обозначение (маркировка), состав.

- **Легированная сталь** — сталь, которая, кроме обычных примесей, содержит элементы, специально вводимые в определённых количествах для обеспечения требуемых физических или механических свойств.
- Легированную сталь по степени легирования разделяют на:
- низколегированную (легирующих элементов до 2,5 %),
- среднелегированную (от 2,5 до 10 %)
- высоколегированную (от 10 до 50 %)

Примеры:

- сталь 18ХГТ — 0,18 % С, 1 % Cr, 1 % Mn, около 0,1 % Ti;
- сталь 38ХНЗМФА — 0,38 % С, 0,8-1,2 % Cr; 3-3,5 % Ni, 0,35—0,45 % Mo, 0,1—0,18 % V;
- сталь 30ХГСА — 0,30 % С, 0,8—1,1 % Cr, 0,9—1,2 % Mn, 0,8—1,25 % Si;
- сталь 03Х13АГ19 — 0,03 % С, 13 % Cr, 0,2—0,3 % N, 19 % Mn

Цветные и редкие металлы и сплавы. Сплавы на основе алюминия, меди, титана, вольфрама. Области применения

- **Алюминий и его сплавы**
- В качестве конструкционного материала обычно используют не чистый алюминий, а разные сплавы на его основе[23]. Обозначение серий сплавов в данной статье приведена для США (стандарт N35.1 ANSI) и согласно ГОСТ России. В России основные стандарты – это ГОСТ 1583 «Сплавы алюминиевые литейные. Технические условия» и ГОСТ 4784 «Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки». Существует также UNS[en] маркировка и международный стандарт алюминиевых сплавов и их маркировки ISO R209 b.
- **Алюминиевый прокат**
- Алюминиево-магниевые Al-Mg (ANSI: серия 5xxx у деформируемых сплавов и 5xx.x у сплавов для изделий фасонного литья; ГОСТ: АМг). Сплавы системы Al-Mg характеризуются сочетанием удовлетворительной прочности, хорошей пластичности, очень хорошей свариваемости и коррозионной стойкости[24]. Кроме того, эти сплавы отличаются высокой вибростойкостью.
- В сплавах этой системы, содержащих до 6 % Mg, образуется эвтектическая система соединения Al_3Mg_2 с твёрдым раствором на основе алюминия. Наиболее широкое распространение в промышленности получили сплавы с содержанием магния от 1 до 5 %.

Силикатные материалы.

- **Силикаты** — это соединения различных элементов с кремнеземом (оксидом кремния), в которых он играет роль кислоты. Структурным элементом силикатов является тетраэдрическая ортогруппа $[\text{SiO}_4]^{-4}$ с атомом кремния Si^{+4} в центре и атомами кислорода O^{-2} в вершинах тетраэдра. Тетраэдры в силикатах соединены **через общие кислородные вершины** в кремнекислородные комплексы различной сложности в виде замкнутых колец, цепочек, сеток и слоев. В алюмосиликатах, помимо силикатных тетраэдров, содержатся тетраэдры состава $[\text{AlO}_4]^{-5}$ с атомами алюминия Al^{+3} , образующие с силикатными тетраэдрами алюминий-кремнийкислородные комплексы.
- **Силикатными материалами** называются материалы из **смесей** или **сплавов** силикатов, полисиликатов и алюмосиликатов. Это твердые кристаллические или аморфные материалы, и к силикатам иногда относятся материалы, не содержащие в своем составе оксидов кремния

Классификация силикатных материалов



Классификация силикатов

Стекло - материал содержащий максимальное количество диоксида кремния, образующего ячеистую структуру в которую включаются катионы различных металлов, определяющие цвет стекла. Обычное стекло – результат сплавления смеси кварцевого песка (SiO_2), соды (Na_2CO_3) и карбоната кальция (CaCO_3). В результате получается соединение состава $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$.

Керамика - (др.-греч. κέραμος - глина) - изделия из неорганических материалов (например, глины) и их смесей с минеральными добавками, изготавливаемые под воздействием высокой температуры с последующим охлаждением.

Цемент и др. вяжущие материалы - (лат. *caementum* — «щебень, битый камень») — искусственное неорганическое гидравлическое вяжущее вещество. Один из основных строительных материалов. При взаимодействии с водой, водными растворами солей и другими жидкостями образует пластичную массу, которая затем затвердевает и превращается в камневидное тело. Имеет наименьшее содержание диоксида кремния.

Высокомолекулярные (ВММ, полимерные) материалы (1)

Основные понятия

- **Полимеры** (от греч. πολύ — много и μέρος — часть) — неорганические и органические, аморфные и кристаллические вещества, состоящие из «**мономерных звеньев**», соединённых в длинные **макромолекулы** химическими или координационными связями. Полимер — это высокомолекулярное соединение: количество мономерных звеньев в полимере (степень полимеризации) должно быть достаточно велико (в ином случае соединение будет называться **олигомером**: от 10 до 100 звеньев). Во многих случаях количество звеньев может считаться достаточным, чтобы отнести молекулу к полимерам, если при добавлении очередного мономерного звена молекулярные свойства не изменяются. Как правило, полимеры — вещества с молекулярной массой от нескольких тысяч до нескольких миллионов.
- **Гетерополимеры (сополимеры)** - полимеры, которые содержат в структуре несколько различных видов мономерных звеньев. (С упорядоченной или неупорядоченной структурой).

Полимерные материалы (2) Химический состав, строение, надмолекулярные структуры

- По составу большинство материалов с ВМС относятся к органическим соединениям, имеющим углеводородный скелет.
- Полимеры по структуре бывают линейными (полиэтилен, натуральный каучук, целлюлоза), разветвлёнными (крахмал, полипропилен, полиэтилен высокого давления) и сетчатыми (резина, шерсть, армированные пластики).
- Аморфные полимеры имеют только ближний порядок, а кристаллоподобные полимеры и ближний, и дальний порядок.
- *Для аморфных полимеров характерно образование упорядоченных областей - доменов. Домены соединяются между собой с помощью проходных цепей. Междоменные области состоят из звеньев неупорядоченно расположенных цепей, а также включают в себя проходные цепи и свободные концы цепей, не вошедшие в домены. Различают три возможных вида доменов: складчатые (гофрированные), снопообразные (мицеллорные) и глобулярные. Это простейшие надмолекулярные структуры в аморфных материалах*

Полимерные материалы (3)

Основные виды и способы получения

Термопласты - связь между макромолекулами осуществляется с помощью слабых (10—20 кДж/моль) сил Ван-Дер-Ваальса. (После цикла нагрев – охлаждение. св-ва **восстанавливаются**)

Реактопласты - связь между макромолекулами осуществляется с помощью химических связей. (После цикла нагрев – охлаждение св-ва **не восстанавливаются**)

Реакция полимеризации - процесс образования высокомолекулярного вещества (полимера) путём многократного присоединения молекул низкомолекулярного вещества (мономера, олигомера) к активным центрам в растущей молекуле полимера. Механизм полимеризации обычно включает в себя ряд связанных стадий:

иницирование — зарождение активных центров полимеризации;

рост (продолжение) цепи — процесс последовательного присоединения молекул мономеров к центрам;

передача цепи — переход активного центра на другую молекулу;

разветвление цепи — образование нескольких активных центров из одного;

обрыв цепи — гибель активных центров.

Реакция поликонденсации - процесс синтеза полимеров из полифункциональных (чаще всего бифункциональных) соединений, обычно сопровождающийся выделением низкомолекулярных побочных продуктов (воды, спиртов и т. п.) при взаимодействии функциональных групп.



Система маркировки пластика

- Знак перерабатываемого пластика. Этот знак ставится на всех видах полимерных упаковок. Пластиковая упаковка подразделяется на 7 видов пластмасс, для каждого из них существуют свой цифровой символ, который производители наносят с целью информирования о типе материала, возможностях его переработки и для упрощения процедуры сортировки перед отправкой пластмассы на переработку и вторичное использование:
- Цифра, обозначающая тип пластмассы расположена внутри треугольника. Под треугольником буквенная аббревиатура, обозначающая тип пластика:



2, 4 и 5 – подходят для ограниченного

использования

1, 3, 6 и 7 (поликарбонат) – следует

избегать

Классификация композиционных материалов.

Композитные материалы (КМ), композиты — многокомпонентные материалы, состоящие, как правило, из пластичной основы (матрицы), армированной наполнителями, обладающими высокой прочностью, жёсткостью и т. д. Сочетание разнородных веществ приводит к созданию нового материала, свойства которого количественно и качественно отличаются от свойств каждого из его составляющих. Варьируя состав матрицы и наполнителя, их соотношение, ориентацию наполнителя, получают широкий спектр материалов с требуемым набором свойств.

- По структуре композиты делятся на несколько основных классов: **волокнистые, слоистые, дисперсноупрочненные, упрочненные частицами и нанокомпозиты.**
- По химическому составу выделяют:
- **Полимерные композитные материалы (ПКМ) -** стеклопластики, углепластики, боропластики, органопластики, полимеры, заполненные порошками, текстолиты – слоистые пластики, армированные волокнами
- **КМ с металлической матрицей**
- **КМ на основе керамики**

Матрица КМ

- Основное назначение **МАТРИЦЫ** в КМ состоит в связывании дисперсных частиц или более крупных зерен, дискретных или непрерывных волокон наполнителя в сплошное твердое тело, а также в восприятии и равномерном перераспределении внешней нагрузки на элементы наполнителя. Для выполнения указанных функций матричный материал должен быть пластичным и обладать достаточно высокой прочностью контактного взаимодействия с поверхностью **НАПОЛНИТЕЛЯ**.





Наполнители КМ

- Существует ряд подходов при классификации наполнителей по различным признакам. По **агрегатному состоянию** все известные наполнители делятся
 - -газообразные
 - -жидкие
 - - твердые.
- По **своей природе** они делятся
 - - органические
 - -неорганические;
- По **источнику получения** - нарастительные, синтетические, минеральные;
- По **назначению** - на армирующие, упрочняющие, усиливающие, нейтральные;
- По **размерам, форме частиц и структуре** - на четыре основных вида:
 - -дисперсные (порошкообразные);
 - - волокнистые (волокна, нити, жгуты);
 - -листовые (пленочные) с заданной структурой (ткани, бумага, листы, ленты, сетки, пленки);
 - -объёмные (каркасные) с непрерывной трехмерной структурой (объемные ткани, войлок, скелетные и пористые каркасы).



Благодарю за внимание!

tvernick@ mail.ru





