

Материалы с малой плотностью

Используются в авиации, ракетной и космической технике, автомобилестроении и др. отраслях техники

Основными конструкционными легкими материалами являются пластмассы, цветные металлы Al, Mg, Ti, Be и сплавы на их основе.

Алюминий и его сплавы

Алюминий – металл серебристого-белого цвета. Не имеет полиморфных превращений и кристаллизуется в решетке ГЦК с периодом $a=0,4041$ нм.

Обладает:

- Малой плотностью
- Высокой теплопроводностью
- Высокой электрической проводимостью
- Высокой пластичностью
- Высокой коррозионной стойкостью

Примеси алюминия – ***Fe, Si, Cu, Zn, Ti*** ухудшают свойства

Алюминий подразделяют на три класса:

- *Особой чистоты* **A999** (примесей до 0,001%)
- *Высокой чистоты* **A995, A99, A97, A95** (примесей от 0,005 до 0,05%)
- *Технической чистоты* **A85, A8** (примесей от 0,15 до 1%)

Технический алюминий в виде деформируемого полуфабриката (листы профили, прутки) маркируют **АДО, АД1**

Механические свойства алюминия

Алюминиевые сплавы характеризуются:

- Высокой удельной прочностью
- Способностью сопротивляться инерционным и динамическим нагрузкам
- Хорошей технологичностью
- Временное сопротивление достигает 500-700МПа
- Большинство сплавов имеет хорошую коррозионную стойкость

Основные легирующие элементы:

Cu, Mg, Si, Mn, Zn; реже ***Li, Ni, Ti***

Многие легирующие элементы образуют твердые растворы ограниченной переменной растворимости и промежуточные фазы ***CuAl₂*** , ***Mg₂Si***

Это дает возможность подвергать сплавы упрочнению термической обработкой, состоящей из закалки на пересыщенный твердый раствор и естественного или искусственного старения

Диаграмма состояния алюминий – легирующий элемент

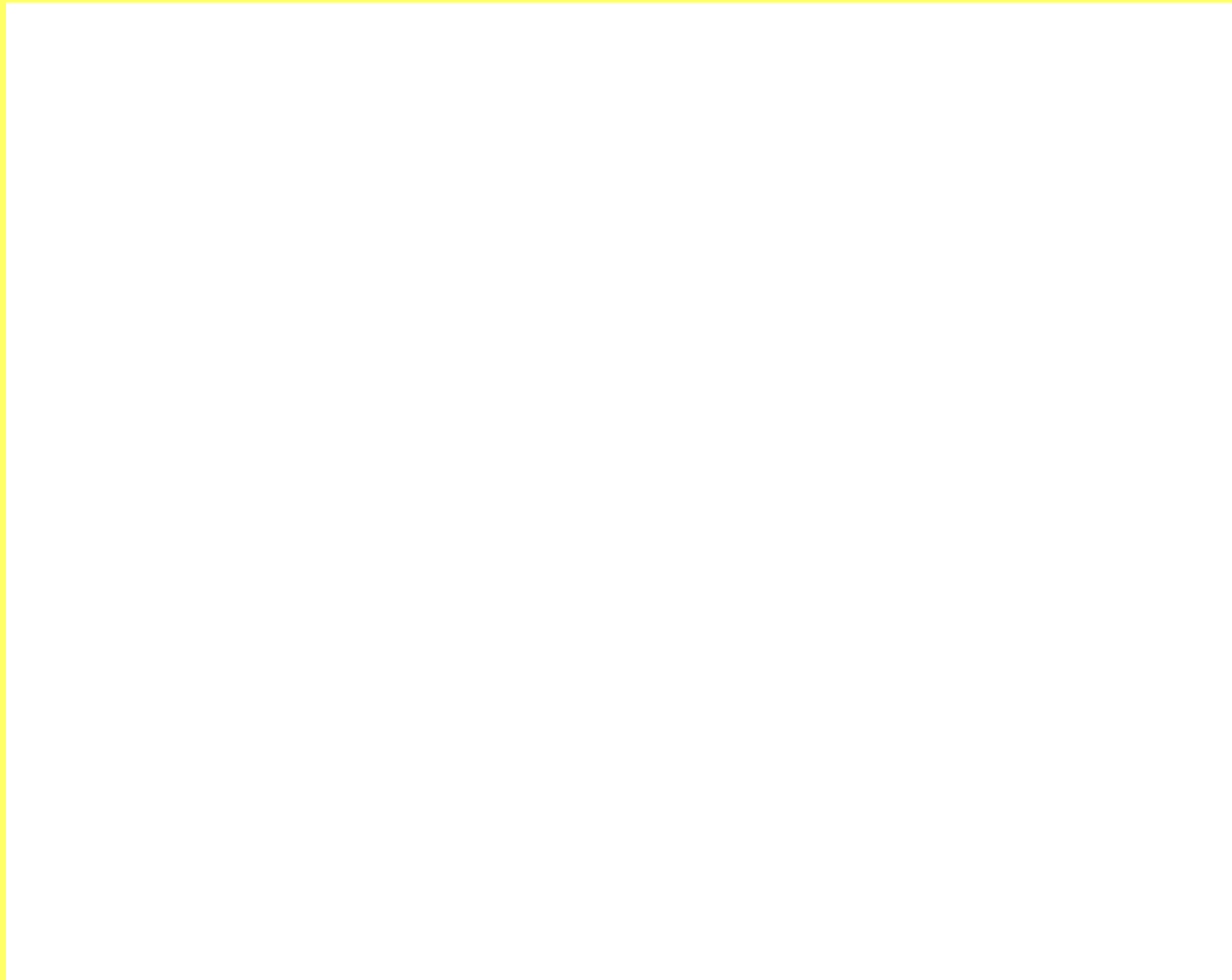
A-деформируемые
сплавы

B-литейные сплавы

I-сплавы,
неупрочняемые
термической
обработкой

II-сплавы,
упрочняемые
термической
обработкой

Влияние легирующих элементов на температуру рекристаллизации алюминия



Химический состав (ГОСТ 4784-74) и механические свойства деформируемых алюминиевых сплавов

Диаграммы состояния

Химический состав (ГОСТ 2685-75) и механические свойства литейных алюминиевых сплавов



Микроструктура сплава АЛ2, х340

а-до модифицирования
б-после модифицирования

Диаграмма состояния *Al-Si*



Гранулированные сплавы

Получают путем компактирования из частиц (гранул), отлитых со сверхвысокой скоростью кристаллизации.

Получают пересыщенные твердые растворы в 2-5 раз (**Cr, V, Mn, Ti, Zr**)

Горячее компактирование сплава при 400-450°C и выпадение интерметаллидных фаз (**Al₆Mn, Al₇Cr, Al₃Zr** и др.) повышают температуру рекристаллизации

Готовые полуфабрикаты (изделия) имеют чрезвычайно мелкозернистую структуру

Гранулированные сплавы с элементами, практически нерастворимыми в равновесных условиях и сильно отличающиеся по плотности

Такие сплавы имеют гетерогенную структуру – алюминиевая матрица с равномерно распределенными дисперсными включениями второй фазы (интерметаллидами) **Fe, Ni, Co**. Они упрочняют сплав

В сплавах с легкоплавкими металлами **Sn, Pb** присутствуют чистые металлы, соответственно **олова и свинца**. Эти сплавы обладают хорошими антифрикционными свойствами.

Сплавы на основе магния

Корпуса приборов, насосов, корпуса ракет, обтекатели, топливные и кислородные баки, стабилизаторы и др.

Магний – серебристо-белого цвета, не имеет полиморфных превращений, решетка ГП с периодом $a=0,3202$ нм, $c=0,5199$ нм

Обладает:

- Низкой плотностью
- Хорошей обрабатываемостью резанием
- Способностью воспринимать ударные и гасить вибрационные нагрузки
- Низкая пластичность
- Низкая коррозионная стойкость
- Порошок, тонкая лента самовозгораются

Примеси снижают пластичность и коррозионную стойкость магния

Установлены следующие марки магния:

Mг96 (99,96%**Mg**)

Mг95 (99,95%**Mg**)

Mг90 (99,90%**Mg**)

Литой магний имеет крупнокристаллическую структуру

Временное сопротивление 110-120 МПа

Относительное удлинение 6-8%

Твердость 30НВ

Модифицирование Zr и ХПД повышают временное сопротивление до 260 МПа и удлинение до 9%

Основные легирующие элементы *Al, Zn, Mn, Ne*

Zr, Ce используют для модифицирования магния

Переменная растворимость легирующих элементов дает возможность упрочнять сплавы закалкой и искусственным старением.

Применяют ВТМО и НТМО

Необходимо защищать сплавы от коррозии оксидированием, лакокрасочными покрытиями, эпоксидными пленками, силиконовыми эмалями

Растворимость легирующих элементов в магнии

Влияние легирующих элементов на механические свойства магния при 20 С° (прессованные прутки)



Влияние легирующих элементов на твердость магния при 250 С°



Магниеые сплавы подразделяют на:

- Литейные (МЛ)
- Деформируемые (МА)
- Сплавы невысокой прочности
- Средней прочности
- Высокой прочности
- Жаропрочные
- Упрочняемые и неупрочняемые термической обработкой

Деформируемые магниевые сплавы

- Литейные (МЛ)
- Деформируемые (МА)
- Сплавы невысокой прочности
- Средней прочности
- Высокой прочности
- Жаропрочные
- Упрочняемые и неупрочняемые термической обработкой

Химический состав и механические свойства литейных магниевых сплавов

Неметаллические материалы

Пластмассы

Пластическими массами, или пластмассами, называют материалы, изготовленные на основе полимеров

1. Простые пластмассы – полимеры без добавок
2. Сложные пластмассы – смеси полимеров с различными добавками:
 - наполнители
 - стабилизаторы
 - пластификаторы
 - специальные добавки
 - отвердители

Наполнители

- древесная мука
- сажа
- слюда
- ***SiO₂***
- тальк
- ***TiO₂***
- графит

Стабилизаторы

Органические вещества для сохранения структуры молекул и стабилизации свойств.
Замедляют старение.

Пластификаторы

Уменьшают межмолекулярное взаимодействие и хорошо совмещаются с полимерами.

Эфиры, полимеры с гибкими молекулами

Специальные добавки

- Смазочные материалы
- Красители
- Добавки для уменьшения статических зарядов
- Добавки для уменьшения горючести
- Для защиты от плесени
- Ускорители и замедлители отверждения

Отвердители

Для создания поперечных связей между макромолекулами: используют органические перекиси, серу (в резинах)

Классификация пластмасс

- Фенолформальдегидные (фенопласты)
- Эпоксидные
- Полиамидные
- Полиуретановые
- Стирольные

Термопластичные пластмассы (термопласты)

Под нагрузкой полимеры ведут себя как вязко-упругие вещества. Их деформация складывается из трех составляющих:

- Упругой
- Высокоэластичной
- Вязкого течения

Механические свойства чувствительны к скорости деформирования, времени действия нагрузки, температуре, структуре

Диаграмма растяжения пластмасс

а-вязкие аморфные и кристаллические термопласты
б-хрупкие термопласты; термопласты с молекулами ориентированными вдоль направления растяжения, и реактопласты

Зависимость прочности пластмасс от температуры

1-полиэтилен

2-поливинилхлорид

3-фторопласт-4

4-полиимид

5-полиамид

Свойства термопластичных пластмасс



Термореактивные пластмассы (реактопласты)

Получают на основе полимеров:

- Эпоксидных
- Полиэфирных
- Полиуретановых
- Фенолформальдегидных
- Кремнийорганических

Пластмасы применяют в отвержденном виде, они имеют сетчатую структуру и поэтому:

- при нагреве не плавятся
- устойчивы против старения
- не взаимодействуют со смазочными материалами
- водостойки
- набухают в отдельных растворителях

Свойства терморезистивных пластмасс