

Направление подготовки бакалавров  
«Химическая технология»

# Материаловедение и технология конструкционных материалов



Лихачев Владислав Александрович, к.х.н.,  
доцент

# Тема 8.

**Чугуны. Виды чугунов. Алюминий и его сплавы.**

**1.1. Классификация чугунов.**

**1.2. Классификация алюминия и его сплавов.**

## Чугун и его свойства

- Чугун – сплав железа с углеродом, при концентрации углерода от 2,14 до 5%;
- Чугуны плавятся при температурах на 150 – 300° ниже, чем стали.
- Наименьшую температуру плавления имеет эвтектический чугун 1147° С (4,3% углерода)
- В структуре чугуна всегда присутствует эвтектика – ледебурит;
- Хорошие литейные свойства: низкая температура плавления, малая усадка, хорошая жидкотекучесть;

## Положительные свойства чугуна

- Хорошо работает на сжатие, как любой металл;
- Хорошо работает на износ (за счет повышенного содержания карбидов в составе);
- Хорошие демпфирующие свойства (поглощение шумов и вибрации за счет наличия в составе двух очень разных по свойствам фаз: железа и графита);
- Хорошо обрабатывается резанием ( смазочные свойства графита, ломкая стружка);
- Хорошие антифрикционные свойства;
- Более дешев в сравнении со сталью.
- Лучшие коррозионные свойства, чем у углеродистых сталей.

## Классификация чугунов

Свойства чугуна во многом зависят от того в каком виде находится углерод в чугуне. В этом плане различают 3 основных вида чугуна:

1. Белый (передельный) чугун  
Углерод в форме **цементита**.
2. Графитизированный (машиностроительный)  
Углерод в форме **графита**.
3. Половинчатый (отбелённый)  
На поверхности углерод в форме **цементита**,  
а внутри – в форме **графита**.

## Классификация графитизированных (машиностроительных) чугунов

- **Серый** чугун, графит в виде пластинок, ГОСТ 1412 - 85  
*СЧ10, СЧ15, СЧ20... СЧ35.*  
*где 10, 15, 20...- предел прочности при растяжении в кг/мм<sup>2</sup>*
- Чугун с **вермикулярным** графитом (червеобразный),  
ГОСТ 18394-89  
*ЧВГ30, ЧВГ35, ЧВГ 40, ЧВГ45.*
- **Ковкий** чугун, графит в виде хлопьев ГОСТ 1215-79  
*КЧ30-6, КЧ33-8, КЧ35-10, ... КЧ 45-7 ... КЧ63-2...*  
*где 30, ... 35... -предел прочности при растяжении в кг/мм<sup>2</sup>,*  
*6,8,10...- относительное удлинение в %.*

# Классификация машиностроительных чугунов

- Чугун с шаровидным графитом, высокопрочный чугун ЧШГ55, ЧШГ80, .... ЧШГ100 (ВЧ55, ..., ВЧ100).

*Графит в виде шаровых глобул. У шаровидного графита самая маленькая поверхность, поэтому это самый прочный чугун.*

- Антифрикционный чугун ГОСТ 1585-85 АЧС1, АЧВ2, АЧК2. (С – серый; В – высокопрочный; К - ковкий).  
Используется в отливках, работающих на трение

- Легированные чугуны



# Легированные чугуны

- Легирующие компоненты в чугунах обозначаются **также как в сталях**;
- Легирование чугунов проводится с целью улучшения их механических характеристик и коррозионных свойств.
- Наиболее часто для легирования чугунов используются кремний, алюминий, марганец, никель и хром.



## Легированные чугуны

- **Кремнистые** (жаростойкие и коррозионностойкие материалы): ЧС5, ЧС5Ш, ЧС13, **ЧС15, ЧС17, ЧС15М4; ЧС17М3** ( коррозионная стойкость выше, чем у нержавеющей сталей)
- **Алюминиевые** чугуны (жаростойкие и износостойкие) ЧЮХШ, ЧЮ6С5, ЧЮ7Х2, ЧЮ22Ш, ЧЮ30;
- **Марганцевые** чугуны (немагнитные и износостойкие материалы) ЧГ6С3Ш, ЧГ7Х4, ЧГ8Д3;
- **Никелевые чугуны** ( коррозионностойкие, износостойкие, жаропрочные, маломагнитные) ЧН3ХМДШ, ЧН4Х2, ЧН11Г7Ш, ЧН15Д7 – нирезист, жаростойкий и жаропрочный материал

## Алюминий как конструкционный материал

Алюминий – металл серебристо белого цвета с решёткой ГЦК, плотность  $2,7 \text{ г/см}^3$ , температура плавления  $658 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Высокая электропроводность (65% от Cu).

Высокая коррозионная стойкость при атмосферной коррозии и в чистой воде.

Чистый алюминий мягкий пластичный, не прочный материал:  $\sigma_B = 50 \text{ МПа}$ ;  $\sigma_{0,2} = 15 \text{ МПа}$ ;  $\delta = 50\%$

Поэтому чистый и технический алюминий используется только в электротехнике.

# Сплавы алюминия

В практике при изготовлении конструкций используются сплавы алюминия т.к. они значительно более прочны.

Алюминий образует с другими компонентами растворы с **ограниченной** растворимостью.

Легирующие компоненты:

Растворимость **Cu** в алюминии при 20°C 0.2 %, вводится в сплавы до 5%;

**Si** до 1,2%, твердый раствор, вводится до 13%;

**Mg** до 1,4% твердый раствор, вводится до 11%,

**Mn** до 1,6% твердый раствор.

При концентрациях легирующих элементов больше предела растворимости образуются **эвтектики** и **интерметаллиды** (соединения металл-металл)

## Маркировка (обозначение) алюминиевых сплавов

В ГОСТах на сплавы алюминия используется **два вида** маркировки алюминиевых сплавов:

**Буквенно-цифровая;** (в маркировке используются буквы и цифры)

**Цифровая** ( в маркировке используются только цифры).

При цифровой маркировке сплав маркируется четырьмя цифрами, например: 1116,

где, **первая** цифра 1 – означает алюминиевый сплав, **вторая** цифра группа легирующих компонентов; 1 – Cu, 2- Cu, Mg, 3 – Cu, Mg, Mn, Si, 4 – Mn, 5 – Mg.

последние две цифры № сплава, зависящий от концентрации копонентов в сплаве.

# Буквенно-цифровая маркировка сплавов Al

## Классификация сплавов алюминия:

### 1. Чистый и технический алюминий

Поставляется в виде:

- чушечек  $A995, A98, A95; A8, A7, A5, A0$  ГОСТ 11069-2001
- деформированного алюминия  $AD0, AD00, AD000, AD_{оч}, AD_{ч}$

### Деформируемые сплавы ГОСТ 4784-97

#### а) упрочняемые термической обработкой:

- дюралюминий  $D1, D16, D18, D19;$
- авиаль  $AB;$
- ковочный алюминий  $AK4, AK4-1, \dots AK8;$
- высокопрочный алюминий  $B95, B130, BAD23$

#### б) не упрочняемые термической обработкой:

- сплав Al – Mg  $AMz2, AMz6, AMz8, MM$
- сплав Al – Mn  $AMц 1,0 – 1,6\%Mц;$
- сплав Al – Mn – Mg, MM

## Обозначение легирующих элементов в сплавах алюминия

- Легирующие элементы в сплавах **алюминия и меди** обозначаются прежде всего первой буквой русского названия:

М – Cu; А – Al; С – Pb; К – Si; Н – Ni; Ц – Zn;

- Если буква уже использована, тогда элемент обозначается двумя буквами русского названия.

Мг – Mg; Мц – Mn; Мш – As; Су- Sb; О – Sn; Кд – Cd и т. д.

Т.к растворимость легирующих элементов в алюминии не высока, в сплавах часто образуются интерметаллиды – соединения металл-металл



# Классификация сплавов алюминия

## 3. Литейные сплавы ГОСТ 1583-93

а) Al – Si *AK9, AK12*

б) Al – Si – Cu *AK5M, AK5M2, AK8M*

в) Al – Mg *AMг5K, AMг11*

## 4. Антифрикционные сплавы ГОСТ 14113-78

а) сплав Al – Ni *АН2,5*

б) сплав Al – Sn *АО3-7, АО6-1, АО20-2*

## 5. СПЕЧЕННЫЕ АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ

а) САС – спечённые алюминиевые сплавы; САС 1

б) САП – спечённые алюминиевые порошки (пудры).