Направление подготовки бакалавров
«Химическая технология»

Материаловедение и технология конструкционных материалов

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

ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Чугуны. Виды чугунов. Алюминий и его сплавы.

1.1. Классификация чугунов.

1.2. Классификация алюминия и его сплавов.

ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Чугун и его свойства

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

ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

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.

ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Отрицательные свойства чугуна

- Значительно **меньшая прочность**, чем у стали.
- Низкая **ударная вязкость**.
- Неспособность к обработке **деформацией**.
- Очень плохая **свариваемость.**

ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

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 (Fe$_3$C),**

Это химическое соединение - карбид железа).

Такой чугун очень хрупок и для изготовления изделий не используется, он весь идет на **переделку** в сталь.

ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Классификация чугунов

2. **Графитизированный (**машиностроительный**)**

   Углерод в чугуне находится в форме **графита**. Прочностные его свойства лучше и именно этот чугун и является широко применяемым конструкционным материалом.

3. **Половинчатый (отбелённый)**

   На поверхности углерод в форме **цементита**, а внутри – в форме **графита**. Используется редко, например, для изготовления валков прокатных станов.

ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Классификация графитизированных (машиностроительных) чугунов

- Свойства машиностроительных чугунов зависят от того в какой **форме** находится графит в чугуне (пластинки, хлопья, шары и т. д.)
- Фома графита определяет его поверхность, а она, в свою очередь. Определяет механические характеристики чугуна, прежде всего, его прочность.
- Первый и наиболее распространенный чугун - это **серый** чугун. В **сером** чугун, графит находится в виде **пластинок**. (ГОСТ 1412 – 85.) На изломе за счет графита он приобретает серый цвет, откуда и возникло название.
- Серый чугун обозначается : **СЧ10, СЧ15,СЧ20… СЧ35**, где буквы СЧ – аббривиатура серого чугуна; цифры: 10, 15, 20…- предел прочности при растяжении в кг/мм^2

ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Обозначение чугунов

- Чугун с **вермикулярным** графитом (червеобразный), ГОСТ 18394-89. Площадь червеобразного чугуна меньше, чем пластинчатого. По этому и прочность его выше.

Обозначение: 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^2,

6,8,10… - относительное удлинение в %.

Площадь хлопьевидного чугуна такая же или меньше вермикулярного, отсюда соответствующая прочность.

ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

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,

Обозначение АЧС1, АЧВ2, АЧК2. (АЧ- антифрикционный чугун; следующие буквы: С – серый; В – высокопрочный; К - ковкий). Используется в отливках, работающих на трение, например, в тормозных колодках.

ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Легированные чугуны

- В чугуны, также как в стали, часто вводятся легирующие элементы, что позволяет изменить как механические, так и коррозионные свойства чугунов и тогда получаются **легированные** чугуны.
- Легирующие компоненты в чугунах обозначаются **также как в сталях**;
- Наиболее часто для легирования чугунов используются кремний, алюминий, марганец, никель и хром.

ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Обозначение легированных чугунов

- **Кремнистые** (жаростойкие и коррозионностойкие материалы): ЧС5, ЧС5Ш, ЧС13, **ЧС15, ЧС17**, **ЧС15М4; ЧС17М3** (коррозионная стойкость выше, чем у нержавеющих 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.

ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Алюминий как конструкционный материал

Алюминий – металл серебристо белого цвета с решёткой ГЦК, плотность 2,7 г/см^3, температура плавления 658 ℃.

Высокая электропроводность (65% от Cu).

Высокая коррозионная стойкость при атмосферной коррозии и в чистой воде.

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

Поэтому чистый и технический алюминий используется только в электротехнике.

ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

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^{o}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)

ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

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 компонентов в сплаве.

ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Обозначение сплавов алюминия.

- Цифровое обозначение сплавов алюминия не очень удобно в запоминании и им обычно не пользуются. Оно создавалось для компьютерной обработки и складирования сплавов алюминия.
- Буквенно-цифровое обозначение для человека более удобно и пользуются, в основном, именно им.
- К сожалению, буквенно-цифровое обозначение сплавов алюминия не так четко унифицировано, как обозначение сталей.

ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Буквенно-цифровая маркировка сплавов Al

Первичный алюминий высокой чистоты и технический.

Поставляется в виде: **отливок** (чушек) и в виде **проката** (лист, стержень, уголок) т.е. в виде **деформированного** алюминия:

- Обозначение алюминия, поставляемого в виде чушек: **А995, А98, А95 (чистый алюминий)**; А8, А7, А5, А35, А0 (99% Al) технический алюминий. (ГОСТ 11069-2001)
- Обозначение деформированного алюминия, ***АД000, АД00, АД$_{оч}$, АД$_{ч}$*** *АД0, АД1 (ГОСТ 4784-97)*

ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Деформируемые сплавы алюминия

- **Деформируемые сплавы** ГОСТ 4784-97
- **а) упрочняемые термической обработкой** (т.е. эти сплавы для получения окончательной прочности могут подвергаться закалке и старению, это многокомпонентные сплавы:
- **дюралюминий** *Д1, Д16, Д18, Д19;*
- **ковочный алюминий** *АК4, АК4-1,… АК8;*

Главный упрочняющий элемент в этих сплавах - медь

- **высокопрочный алюминий** *В95, В130, ВАД23*

Главный упрочняющий элемент в этих сплавах - цинк

- **авиаль** *АВ; (в сплаве магний? кремний и немного меди)*

Обозначение этих сплавов **не унифицированное**, по нему нельзя ничего сказать о составе сплава. Обозначение нужно запоминать.

ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Деформируемые сплавы алюминия

б) не упрочняемые термической обработкой:

Сплавы не закаляются, их прочность меньше и определяется составом и деформационным наклепом.

- сплав Al – Mg ***АМг2, АМг6, АМг8***.
- сплав Al – Mn АМц (1-1,6% Mn)
- сплав Al – Mg- Mn ММ (Mn около 1% и Mg 0,5%)

В этих сплавах обозначение унифицированное и позволяет узнать основные элементы состава сплава

ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

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; О – Sn.

(Обозначение элементов в этих сплавах часто не совпадает с обозначением элементов в сталях).

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

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

ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Классификация сплавов алюминия

3. Литейные сплавы алюминия. ГОСТ 1583-93

Сплавы использующиеся для литья. Концентрация легирующих элементов в этих сплавах выше, чем в деформированных для создания эвтектик. Обозначение сплавов унифицированное.

а) Al – Si ***АК9, АК12***

До АК8 – сплавы деформируемые, начина с АК9 –литейные, легирующий элемент кремний. В обозначении среднее его содержание.

б) Al – Si – Cu ***АК5М, АК5М2, АК8М***

Литейные сплавы на основе других компонентов

в) Al – Mg **АМг5К, АМг11**

ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Старое обозначение литейных сплавов алюминия.

- До 1993 года использовалось старое неунифицированное обозначение алюминиевых сплавов:
- АЛ2, АЛ9, АЛ31, где АЛ –алюминий литейный, цифры означают № сплава.
- С таким обозначением можно столкнутся в старых книгах и на старых чертежах.

ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Классификация сплавов алюминия

4. Антифрикционные сплавы ГОСТ 14113-78

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

а) сплав Al – Ni *АН2,5*

5. СПЕЧЕННЫЕ АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ

Композиционные материалы, получаемые спеканием порошков, которые в своем составе имею оксиды.

а) САС – спечённые алюминиевые сплавы; САС-1, САС-2 и т.д.

Получаются спеканием порошков металлов.

б) САП – спечённые алюминиевый порошок; САП-1, САП-2 и т.д.

Получаются спеканием окисленного с поверхности порошка алюминия..

ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Классификация сплавов алюминия

Примеры классификации сплавов алюминия:

- **АМг11** – литейный сплав алюминия, содержит 11 % магния, остальное алюминий.
- **АК5** – деформируемый упрочняемый термической обработкой сплав алюминия №5. (Алюминий ковочный)
- **АО20-1**– антифрикционный сплав алюминия, содержит 20% олова, 1% меди.
- **АД00** – чистый деформированный алюминий (поставляется в виде проката).
- **Д16 –** Дуралюминий, деформируемый упрочняемый термической обработкой сплав алюминия №16.
- АМг2 – деформируемый не упрочняемый термической обработкой сплав алюминия. Содержит 2% магния.