

# Классификация чугунов.

# Состав чугунов

Чугун - сплав железа с углеродом, содержащий углерода более 2,14 %.

Углерод придаёт сплавам железа твёрдость, снижая пластичность и вязкость.

В отличие от стали чугун является более хрупким материалом.

Углерод в чугуне может содержаться в виде цементита и графита.

Кроме основы (железа) и углерода в чугунах содержатся:

- Марганец повышает твердость чугуна.
- Кремний повышает прочность и вязкость чугуна, улучшает литейные свойства.
- Сера понижает прочность, ухудшает литейные свойства чугуна.
- Фосфор повышает хрупкость.

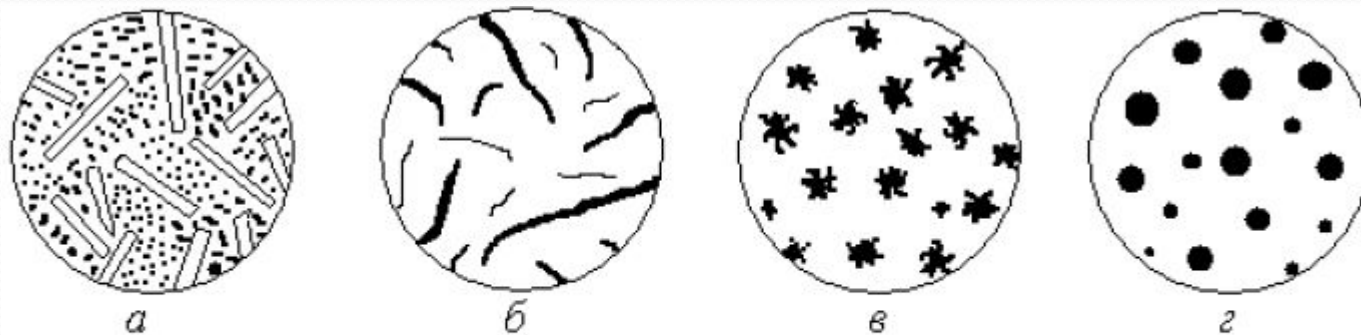
В зависимости от того, в какой форме содержится углерод, различают следующие виды чугунов:

белые, в которых весь углерод связан в карбид железа  $Fe_3C$  (рис. *a*),

серые с пластинчатым графитом (рис. *б*),

ковкие – с хлопьевидным графитом (рис. *в*),

высокопрочные – с шаровидным графитом (рис. *г*).



Виды чугунов:

*a* – белый заэвтектический; *б* – серый; *в* – ковкий; *г* – высокопрочный  
(*б*, *в*, *г* – структура металлической основы не показана)

**Белые чугуны** содержат углерод только в связанном виде – в виде цементита.

Излом белого чугуна светлый, блестящий – «белый», отсюда и название. Твердость составляет 450-500НВ, материал очень хрупкий и твердый.

Резанием (лезвийным инструментом) не обрабатывается, для изготовления деталей не используется.

Применяют *отбеленные* чугунные детали, у которых сердцевина имеет структуру серого чугуна, а на поверхности есть слой белого чугуна толщиной 5-7 мм.

Изготавливают прокатные валки, тормозные колодки, шары мельниц для размола горных пород, зубья ковшей экскаваторов, – то есть, изделия, от которых требуется высокая твердость и износостойкость поверхности.

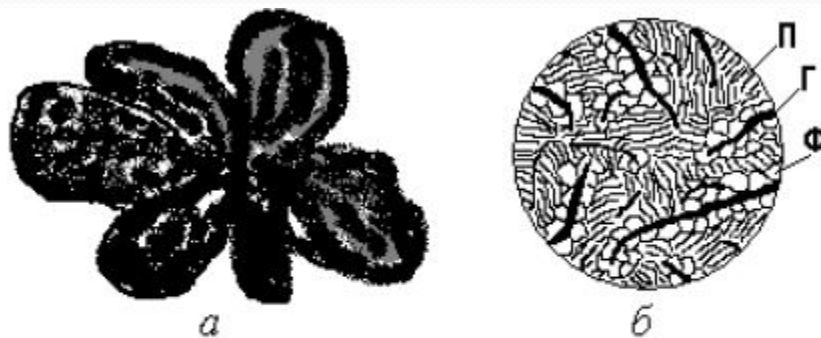
Для получения структуры белого чугуна в отливке необходимо быстрое охлаждение, а также минимальное содержание кремния и присутствие марганца и хрома («отбеливающих» компонентов).

## *Серые чугуны.*

В сером чугуне весь углерод или его часть находятся в свободном виде – в виде графита.

Графит в сером чугуне – это кристаллы сложной формы. Такой графит называют *пластинчатым*.

Излом серого чугуна темно-серого цвета, а в ферритном чугуне, в котором весь углерод содержится в виде графита, – бархатно-черного.



Графитное включение в сером чугуне (а);  
микроструктура серого феррито-перлитного чугуна (б)

## ***Свойства.***

Механические свойства серых чугунов зависят от структуры основы и от количества, формы и размеров графитовых включений. Пластичность чугунов очень мала ( $\delta \leq 0,5\%$ ), а предел прочности при растяжении значительно ниже, чем у стали. На сжатие графит работает хорошо.

Серый чугун – самый дешевый литейный сплав.

Имеет высокую жидкотекучесть и малую усадку, что позволяет получать тонкостенные фасонные отливки.

Хорошо обрабатывается резанием: дает мелкую сыпучую стружку, графит является твердой смазкой и уменьшает тем самым износ инструмента.

Чугун нечувствителен к надрезам на поверхности деталей (в отличие от стали).

Детали из чугуна изготавливают литьем с последующей обработкой резанием.

**Маркировка** по ГОСТ 1412-85 включает 6 основных марок серого чугуна.

Чугун – единственный сплав, в марке которого зашифрован не химический состав, а механические свойства.

Например, марка СЧ12 означает: серый чугун с пределом прочности при растяжении 120 МПа (12 кгс/мм<sup>2</sup>).

### ***Применение.***

Серые чугуны применяют для изготовления деталей, работающих с небольшими нагрузками, в основном, на сжатие:

колонны, опоры, корпуса, станины, крышки, суппорты, зубчатые колеса, канализационные трубы, ванны, батареи.



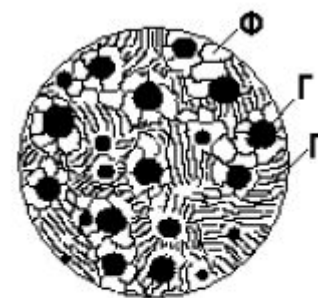
## ***Высокопрочные чугуны.***

В высокопрочных чугунах графит имеет шаровидную форму. Они содержат 2,7-3,5 % углерода. Их модифицируют в ковше магнием (0,02-0,08 %).

Такой вид чугунов был создан с целью повышения механических свойства чугуна, сохранив его преимущества перед сталью.

Предел прочности при растяжении и относительное удлинение у высокопрочных чугунов выше, чем у серых.

Маркировка высокопрочных чугунов по ГОСТ 7293-85. Например, ВЧ90 означает: высокопрочный чугун с пределом прочности при растяжении 900 МПа (90 кгс/мм<sup>2</sup>).



Микроструктура  
высокопрочного феррито-  
перлитного чугуна

*Применяются* для более ответственных деталей: кузнечно-прессового оборудования, станин прокатных станков, коленчатых валов автомобилей, поршней, вентилях, крыльчаток, распределительных валиков.

Отливки из высокопрочного чугуна широко используются в автомобиле- и тракторостроении вместо более дорогих стальных поковок.

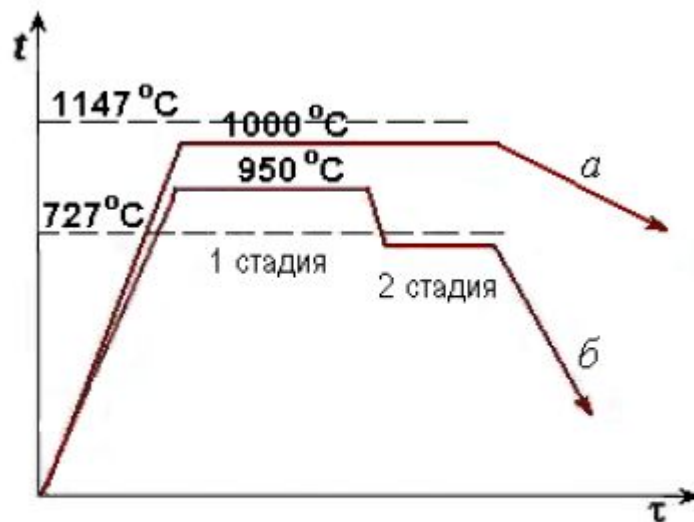
Их можно подвергать упрочняющей термообработке.

Выплавляют легированные высокопрочные чугуны для особых условий эксплуатации – с повышенной вязкостью при отрицательных температурах, жаропрочные, коррозионно-стойкие.

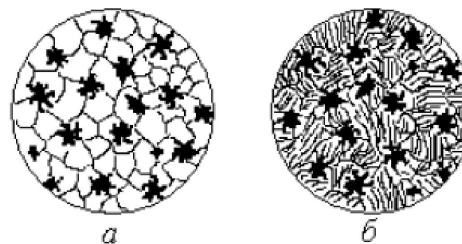
## Ковкие чугуны.

В ковких чугунах графит имеет хлопьевидную форму.

Получается при отжиге белого чугуна с содержанием углерода 2,5-3 %.



Режимы отжига на перлитный (a) и ферритный (b) ковкий чугун



Ферритный (a) и перлитный (b) ковкий чугун

*Маркировка* ковких чугунов по ГОСТ 1215-92 включает характеристику не только прочности, но и пластичности.

*Например*

КЧ 45-7 ковкий чугун с пределом прочности при растяжении 450 МПа (45 кгс/мм<sup>2</sup>) и относительным удлинением 7%.

Применяют для мелких деталей, работающих с вибрациями, ударами: крюков, скоб, картеров, ступиц и т.д.

## Маркировка антифрикционных чугунов

Обозначение марки антифрикционного чугуна включает:

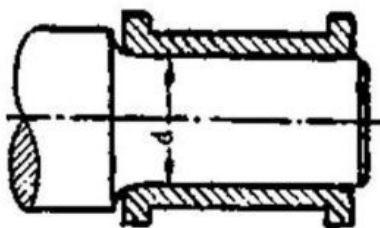
- буквы АЧ (обозначают «антифрикционный чугун»),  
С - серый, В - высокопрочный, К -ковкий;
- цифры (указывают номер марки).

Антифрикционные чугуны получают на основе серых, высокопрочных и ковких чугунов.

- Чугуны АЧС легированы: хромом (0,2-0,4%), никелем (0,2-0,4 %), медью (0,3-2 %), алюминием (0,4-0,8 %).
- Чугуны АЧВ легированы: медью ( 0,7 %), магнием (0,03 %).
- Чугуны АЧК легированы: медью (1- 1,5%).

## Свойства антифрикционного чугуна

- Антифрикционный чугун обладает хорошей износостойкостью.
- Антифрикционные чугуны используются для изготовления деталей, работающих в условиях трения скольжения



Подшипник скольжения  
из антифрикционного  
чугуна

Марка чугуна	Твердость по Бринеллю, НВ	
	МПа	кгс/мм <sup>2</sup>
АЧС-1	1766-2364	180-262
АЧС-2	1766-2246	180-229
АЧС-3	1570-1864	160-190
АЧС-4	1766-2246	180-229
АЧС-5	1766-2246	180-229
АЧС-6	981-1177	100-120
АЧВ-1	2058-2550	210-260
АЧВ-2	1638-1933	167-197
АЧК-1	1834-2573	187-262

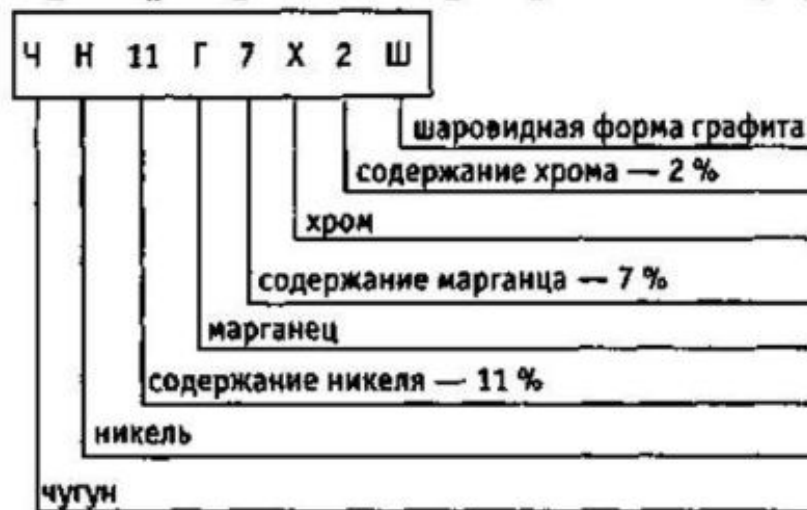
# Жаропрочный чугун

- Путем введения легирующих элементов создаются чугуны со специальными физическими и химическими свойствами.
- Жаропрочный чугун предназначен для эксплуатации при температуре до 600° С.
- Легирован никелем, хромом, марганцем.
- Жаропрочный чугун применяется для изготовления деталей газовых турбин, насосов, двигателей внутреннего сгорания.

# Маркировка жаропрочных чугунов

Обозначение марки жаропрочного чугуна включает:

- букву Ч (обозначает «чугун»);
- буквы Н, Х, Г (обозначают легирующие элементы никель, хром, марганец);
- букву Ш (обозначает, что графит имеет шаровидную форму);
- цифры за буквой (указывают процентное содержание легирующих элементов).



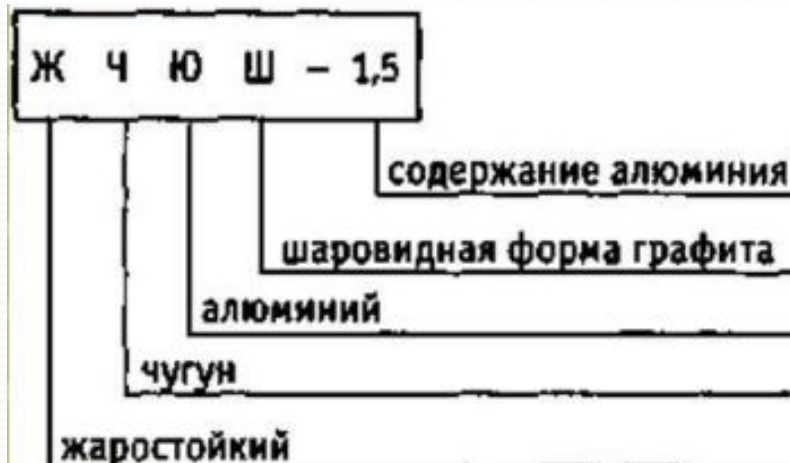


# Жаростойкий чугун

- Жаропрочный чугун обладает способностью противостоять окислению при повышенных температурах.
- Легирован хромом, кремнием, алюминием.
- Жаростойкий чугун сохраняет свойства при температуре до 600-1100° С.

Обозначение марки жаростойкого чугуна включает:

- буквы ЖЧ (обозначают «жаростойкий чугун»);
- буквы Х, С, Ю (обозначают легирующие элементы хром, кремний, алюминий);
- букву Ш (обозначает, что графит имеет шаровидную форму);
- цифры (указывают процентное содержание легирующих элементов).



# Коррозионно-стойкий чугун

- В состав чугуна вводится хром, титан, молибден, медь, никель с целью повышения его коррозионной стойкости.
- Коррозионно-стойкий чугун сохраняет свойства при работе в газовых средах, водных растворах.

Маркировка коррозионно-стойких чугунов включает:

- букву Ч (обозначает «чугун»);
- буквы Х, Т, М, Д, Н (обозначают легирующие элементы хром, титан, молибден, медь, никель);
- букву Ш (обозначает, что графит имеет шаровидную форму);
- цифры (указывают процентное содержание легирующих элементов).

