



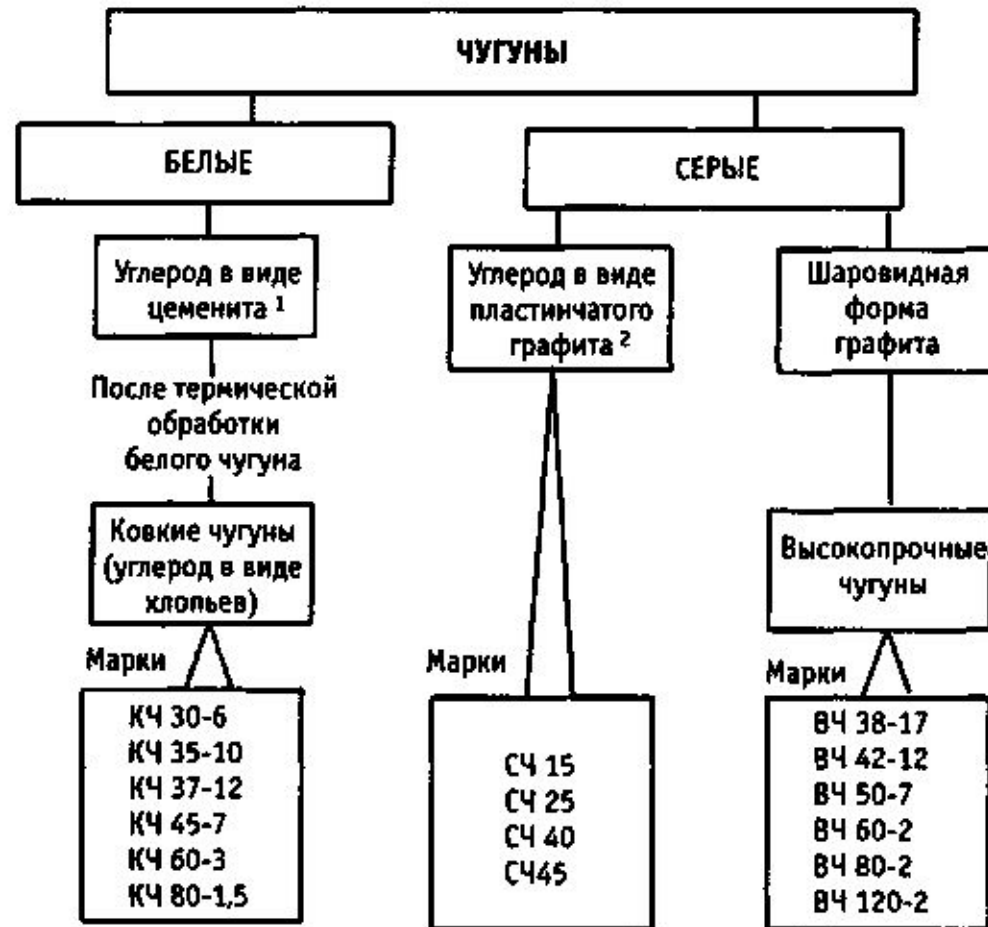
# **Классификация чугунов**

# Состав чугунов

- Чугун — сплав железа с углеродом, содержащий углерода более 2,14 %.
- В отличие от стали чугун является более хрупким материалом.

- 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.

# Классификация чугунов (по структуре)



<sup>1</sup> Цементит — карбид железа Fe<sub>3</sub>C (сплав железа с углеродом).

<sup>2</sup> Графит — углерод, выделяющийся в железоуглеродистых сплавах в свободном состоянии.

# Белый чугун

- Белые чугуны характеризуются наличием углерода в виде цементита ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ).

**Белый чугун отличается:**

- **высокой твердостью**
- **хрупкостью**
- **высокой износостойкостью**
- *Обычно белый чугун не подвергается механической обработке и используется для переделки в ковкий чугун.*

# Ковкий чугун

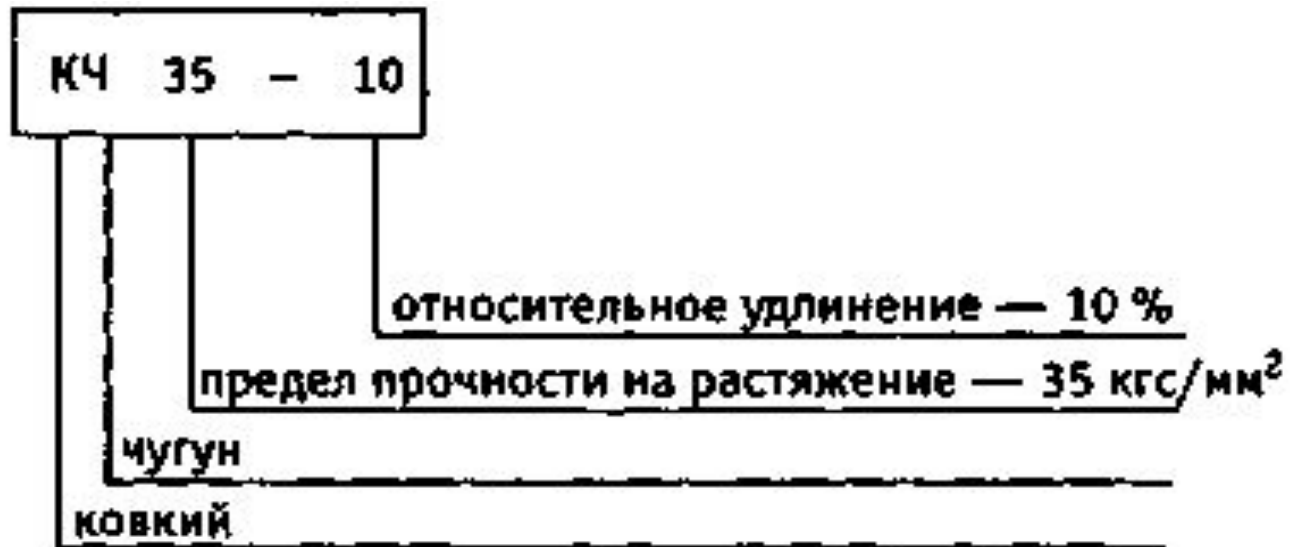
- Ковкими называют чугуны, в которых графит имеет хлопьевидную форму.
- Их получают термической обработкой белых чугунов.

Ковкие чугуны содержат:

— углерод	2,2–3,1 %	(C)
— кремний	0,7–1,5 %	(Si)
— марганец	0,3–0,6 %	(Mn)
— фосфор	до 0,18 %	(P)
— серу	до 0,12 %	(S)
— хром	до 0,2 %	(Cr)

# Маркировка ковких чугунов

- Обозначение марки ковкого чугуна включает:
- буквы КЧ (обозначают «ковкий чугун»);
- цифры (первое число показывает предел прочности при растяжении ; второе число — относительное удлинение).



# Свойства ковкого чугуна

- Ковкий чугун обладает высокой прочностью и пластичностью, хорошо обрабатывается резанием
- Ковкие чугуны широко применяются в машиностроении для изготовления деталей высокой прочности

Механические свойства ковкого чугуна

Марка чугуна	Предел прочности при растяжении $\sigma_b$ , МПа	Относительное удлинение $\delta_5$ , %	Твердость по Бринеллю, НВ	
			МПа	кгс/мм <sup>2</sup>
КЧ 30-6	294	6	1000-1630	102-166
КЧ 35-10	343	10	1000-1630	102-166
КЧ 37-12	363	12	1100-1630	112-166
КЧ 45-7	441	7	1500-2070	153-211
КЧ 60-3	588	3	2000-2690	204-274
КЧ 80-1,5	784	1,5	2700-3200	275-326



# Серый чугун

- Серый чугун характеризуется тем, что в его структуру входит пластинчатый графит

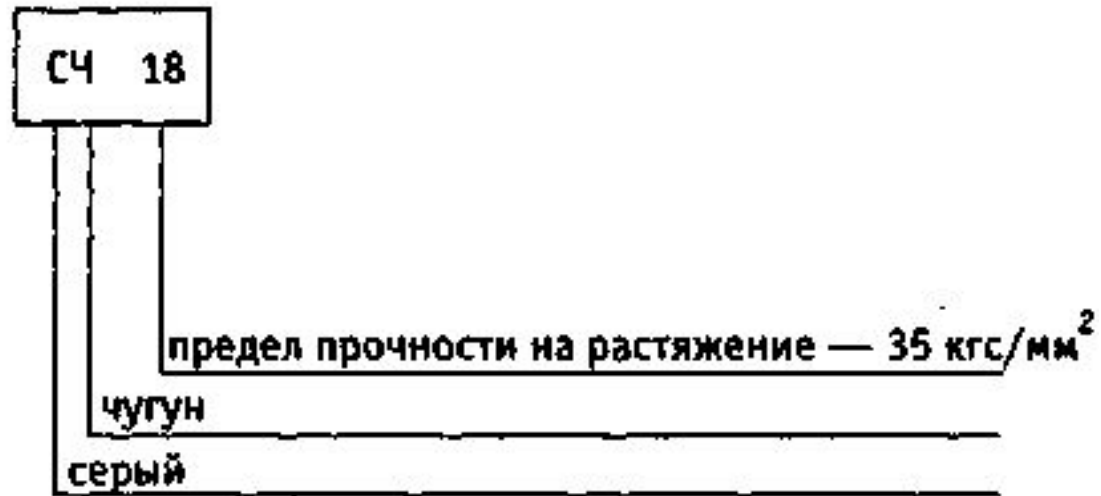
Серые чугуны содержат:

— углерод	2,5–3,6% (C);
— кремний	1,1–2,9% (Si);
— марганец	0,2–1,4% (Mn);
— фосфор	до 0,02–0,4% (P)
— серу	до 0,02–0,15% (S)
— хром	до 0,15–0,3% (Cr)
— никель	до 0,5% (Ni) .

# Маркировка серых чугунов

- Обозначение марки серого чугуна включает:
- буквы СЧ (обозначают «серый чугун»);
- Цифры (показывают предел прочности при растяжении)

## Пример маркировки серого чугуна



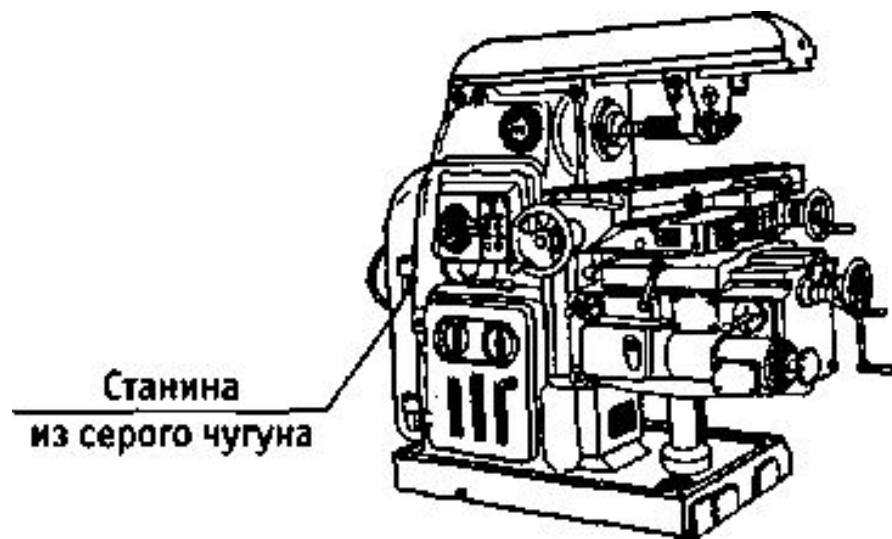
# Свойства серого чугуна

- Серый чугун обладает высокими литейными свойствами, хорошо обрабатывается резанием.
- Широко применяется в машиностроении.
- Для повышения механических свойств производится модифицирование серого чугуна путем добавления алюминия или кальция.

**Механические свойства серого чугуна**

Марка чугуна	Предел прочности при растяжении $\sigma_r$ , МПа	Твердость по Бринеллю, НВ	
		МПа	кгс/мм <sup>2</sup>
СЧ 15	150	1630–2290	166–234
СЧ 25	250	1800–2500	183–255
СЧ 40	400	2070–2850	211–290
СЧ 45	450	2290–2890	234–294

- **Отливки из чугуна СЧ 40, СЧ 45 относятся к особо качественным, получаемым специальным способом производства.**
- **Применяются для наиболее ответственного литья.**



# Высокопрочный чугун

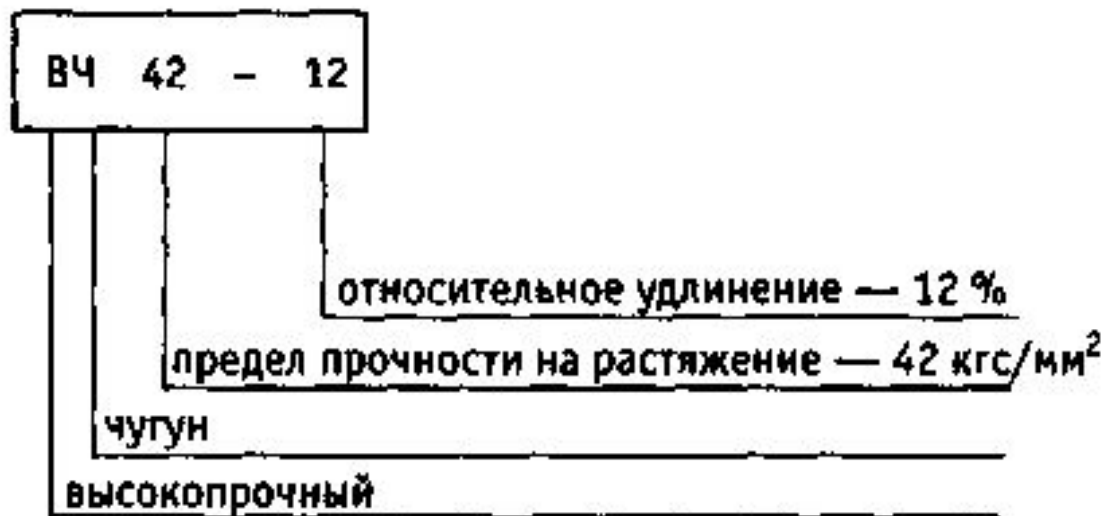
- **Высокопрочный чугун от остальных марок отличается тем, что в структуре имеет шаровидную форму графита. Высокопрочные чугуны содержат:**

— углерод	2,7–3,6% (C);
— кремний	1,0–3,8% (Si);
— марганец	0,4–0,9% (Mn);
— фосфор	до 0,1% (P);
— серу	до 0,14% (S);
— хром	до 0,1% (Cr);
— никель	0,2–0,8% (Ni).

# Маркировка высокопрочных чугунов

- Обозначение марки высокопрочного чугуна включает:
- буквы ВЧ (обозначают «высокопрочный чугун»);
- цифры (первое число показывает предел прочности при растяжении; второе число — относительное удлинение).

## Пример маркировки высокопрочного чугуна



# Свойства высокопрочного чугуна

- **Высокопрочный чугун обладает высокой прочностью и удовлетворительной пластичностью**

## Механические свойства высокопрочного чугуна

Марка чугуна	Предел прочности при растяжении $\sigma_b$ , МПа	Относительное удлинение $\delta$ , %	Твердость по Бринеллю, НВ	
			МПа	кгс/мм <sup>2</sup>
ВЧ 38-17	380	17	1400-1700	142-173
ВЧ 42-12	420	12	1400-2000	142-204
ВЧ 50-7	500	7	1710-2410	174-246
ВЧ 60-2	600	2	2000-2800	204-285
ВЧ 80-2	800	2	2500-3300	255-336
ВЧ 120-2	1200	2	3020-3800	308-388

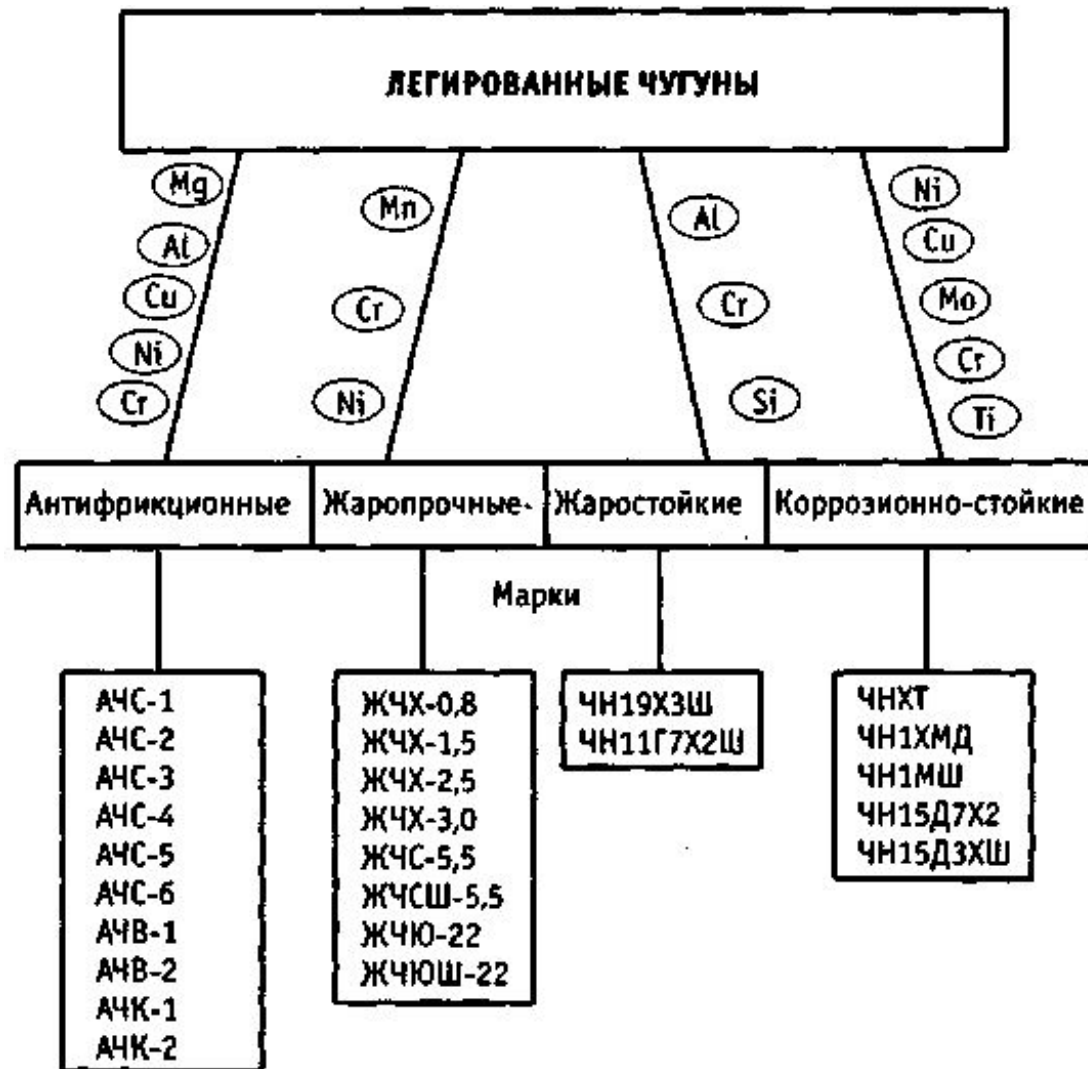
- **Высокопрочный чугун применяется в различных отраслях техники при изготовлении прокатных станов, кузнечно-прессового оборудования, деталей турбин и других ответственных деталей.**



**Коленчатый вал  
из высокопрочного  
чугуна**



# По химическому составу (нелегированные и легированные)



# Маркировка антифрикционных чугунов

- **Обозначение марки антифрикционного чугуна включает:**
- **буквы АЧ (обозначают «антифрикционный чугун»),  
С — серый, В — высокопрочный,  
К — ковкий;**
- **цифры (указывают номер марки).**

# Антифрикционный чугун

- 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%).

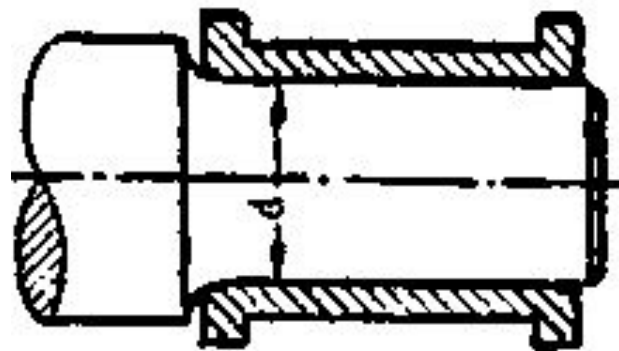
# Свойства антифрикционного чугуна

- Антифрикционный чугун обладает хорошей износостойкостью.

Механические свойства антифрикционного чугуна

Марка чугуна	Твердость по Бринеллю, HB	
	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
АЧК-2	1638–1933	167–197

- **Антифрикционные чугуны используются для изготовления деталей, работающих в условиях трения скольжения**



**Подшипник скольжения  
из антифрикционного  
чугуна**

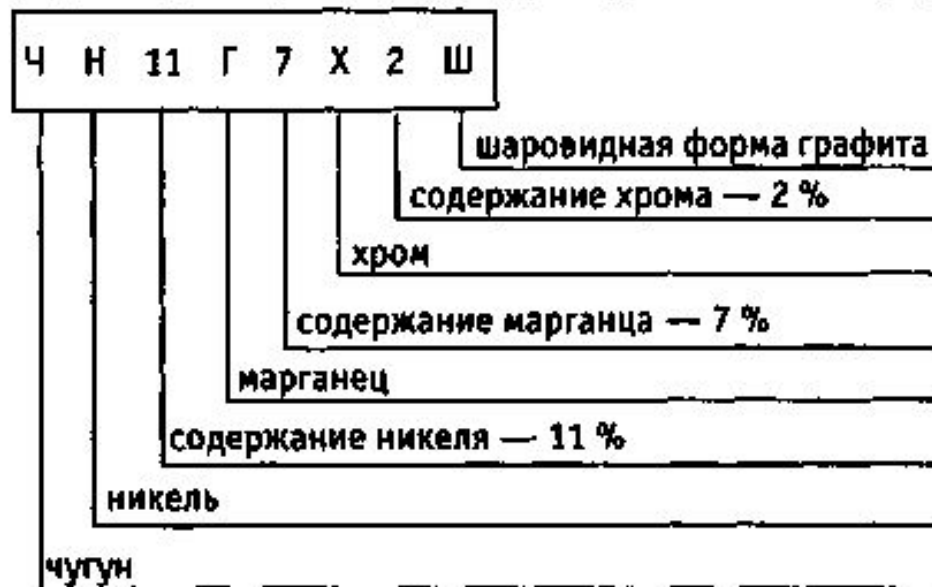
# Жаропрочный чугун

- 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).

## Пример маркировки жаропрочного чугуна



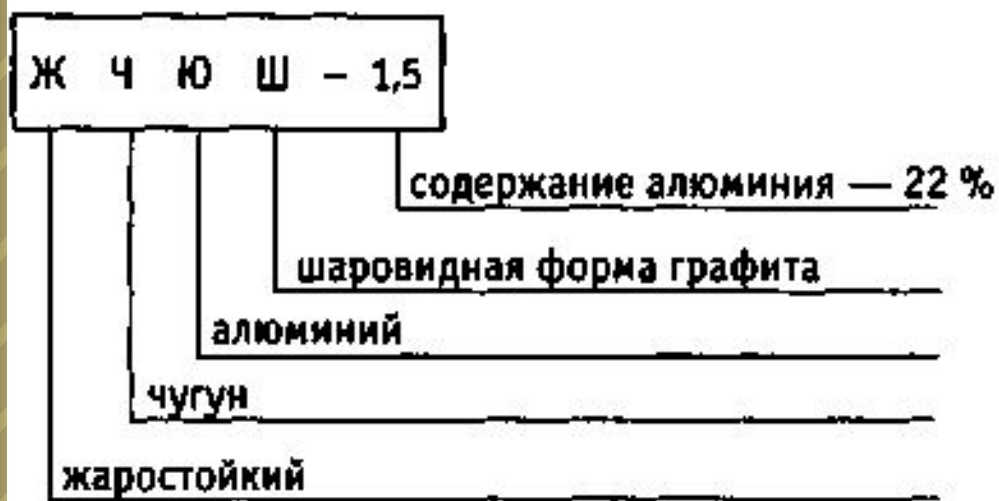
# Жаростойкий чугун

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



# Маркировка жаростойких ЧУГУНОВ

- 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).

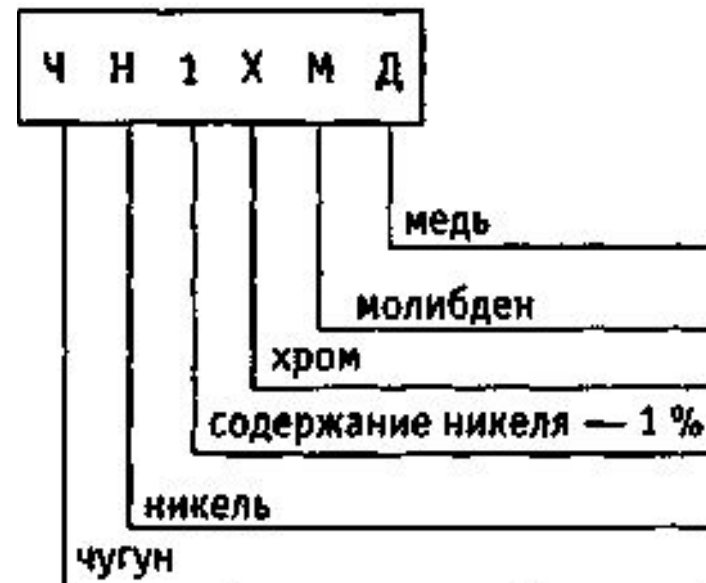
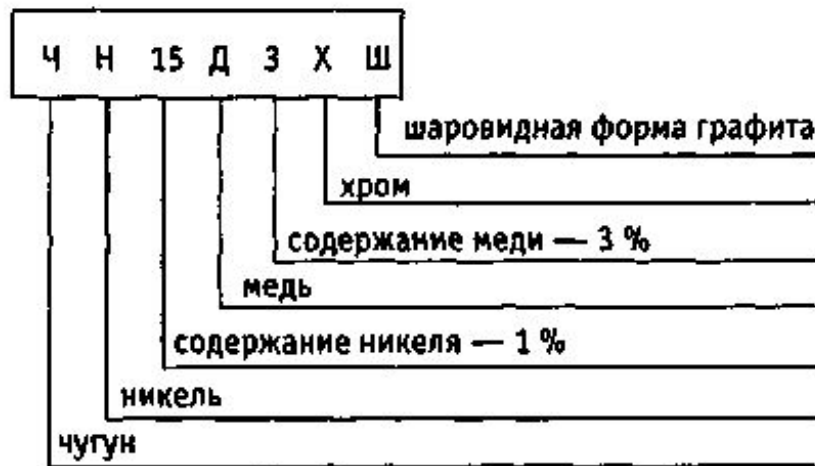


# Коррозионно-стойкий чугун

- 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


- Обозначение 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).




# Контрольные вопросы

- 1. Чугун представляет собой:
- а) сплав железа с углеродом, содержащий углерода до 2 %;
- б) сплав железа с углеродом, содержащий углерода более 2 %;
- в) сплав на никелевой основе.

- **2. Вредные примеси в составе чугуна:**
- **а) кремний;**
- **б) сера;**
- **в) фосфор.**

- 
- **3. Белый чугун содержит углерод в виде:**
  - **а) цементита;**
  - **б) шаровидного графита;**
  - **в) пластинчатого графита.**

- 
- **4. Свойства ковкого чугуна-.**
  - **а) хорошая пластичность;**
  - **б) плохая обрабатываемость резанием;**
  - **в) хрупкость.**

- **5. Серый чугун характеризуется:**
- **а) пластинчатой формой графита;**
- **б) высокими литейными свойствами;**
- **в) плохой обрабатываемостью резанием**



- **6. Какое относительное удлинение имеет высокопрочный чугун марки ВЧ 38-17?**
- **а) 38 %.**
- **б) 17%.**
- **в) В обозначении чугун не указывается.**

- **7. Сколько марганца содержит жаропрочный чугун марки ЧН11Г7Х2Ш?**
- **а) 11%.**
- **б) 2%.**
- **в) 7%.**