

Лекция 6.
Чугуны

Общие сведения о чугунах

Чугуны – сплавы железа и углерода с содержанием углерода от 2,14 % до 6,67%.

Свойства чугунов:

- высокая прочность;
- низкая пластичность;
- хорошие литейные свойства.



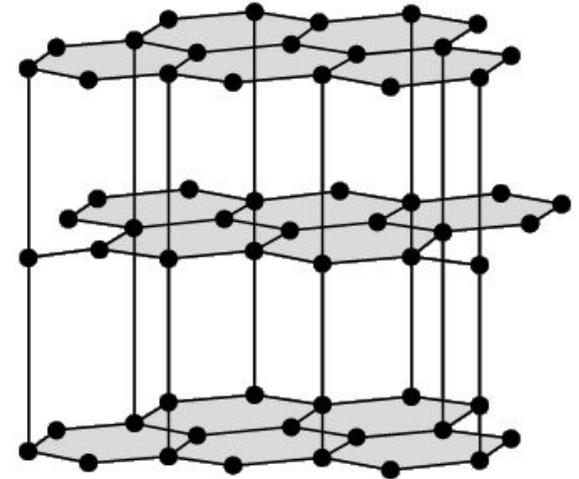
Применяются как литейные сплавы для изготовления литых деталей различной формы (корпуса, основания машин и аппаратов и др.).

*Углерод в
чугунах*

*в связанном
состоянии (в виде
цементита)*

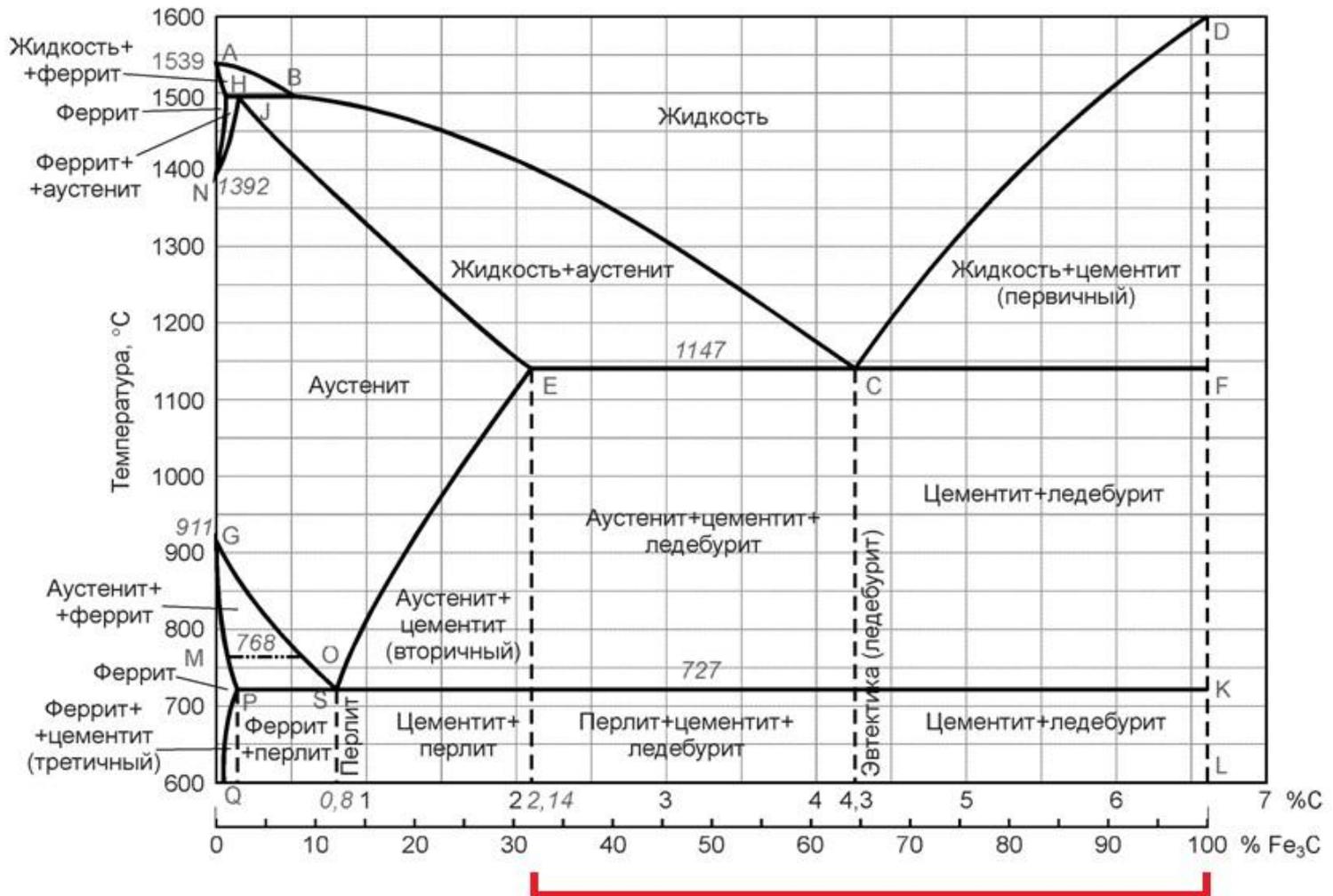
*в свободном
состоянии (в
виде графита)*

*одновременно в
виде цементита и
в виде графита*



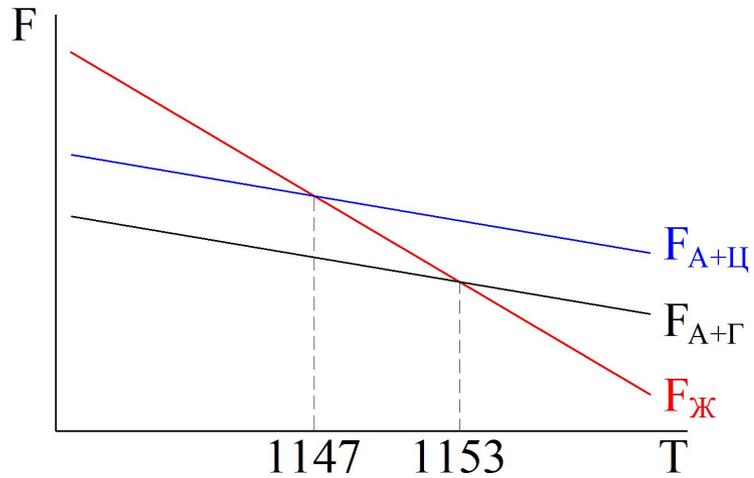
Структура графита

Чугуны на диаграмме состояния «железо – цементит»

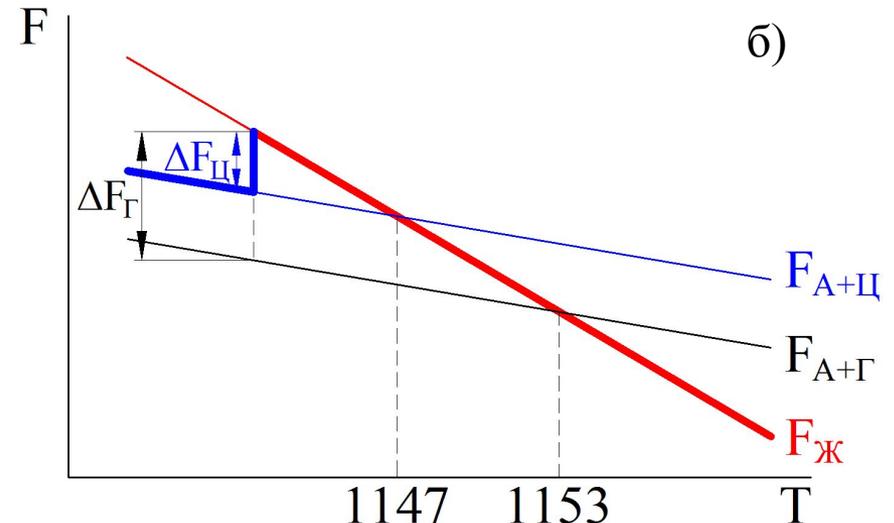
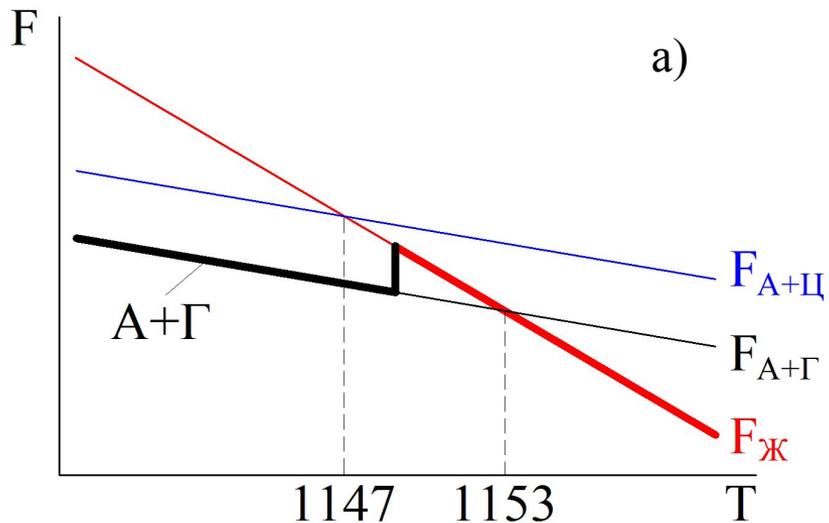


Чугуны

Процесс процесса графитизации в чугунах



Зависимость уровней свободной энергии жидкого чугуна $F_{\text{ж}}$, смеси (аустенит + цементит) $F_{\text{A+Ц}}$ и смеси (аустенит + графит) $F_{\text{A+Г}}$ от температуры при кристаллизации чугунов



Схемы изменения уровней свободной энергии при кристаллизации чугунов с низкой (а) и высокой (б) скоростями охлаждения: А – аустенит; Г – графит; Ц - цементит

Схема образования структур чугунов при графитизации

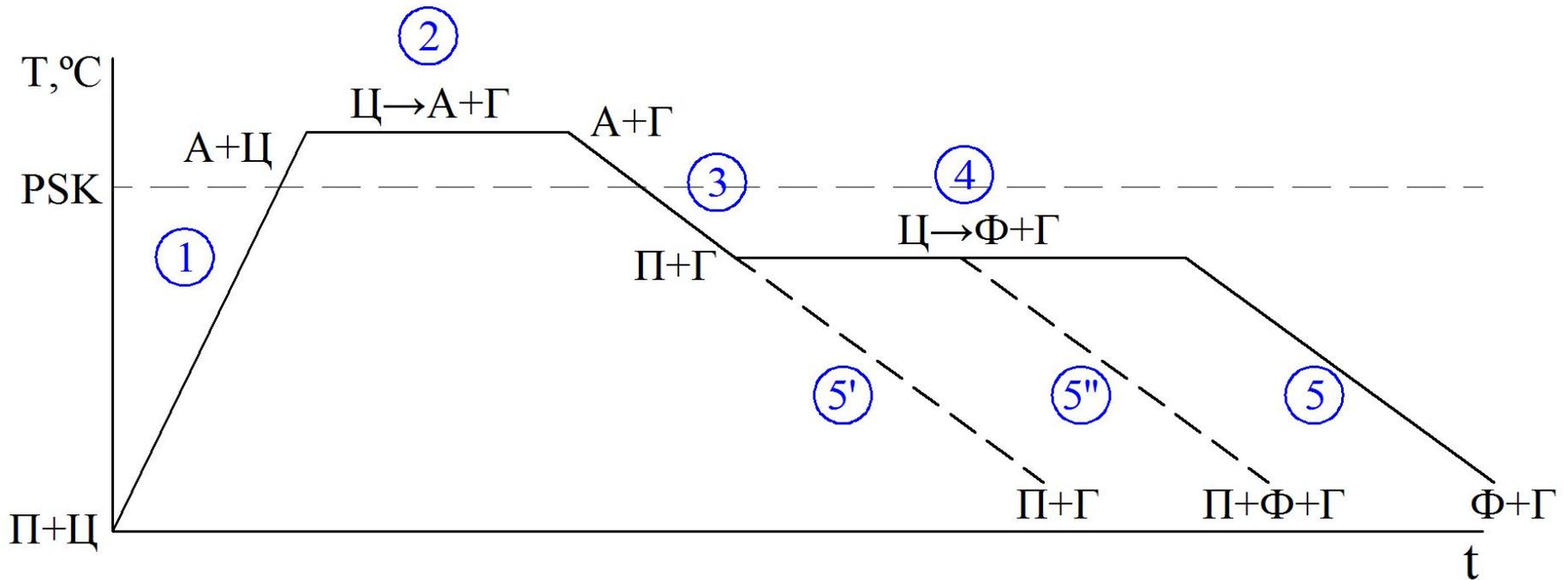
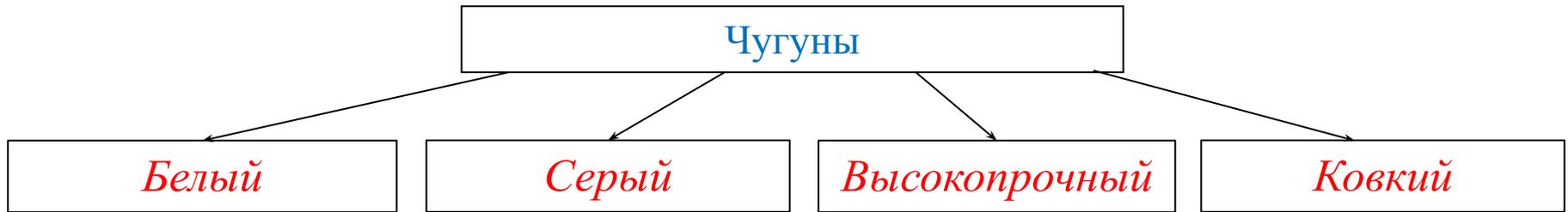


Схема образования структур чугунов при графитизации: А – аустенит; Ц – цементит; Г – графит; П – перлит; Ф – феррит; PSK – температура, соответствующая линии PSK диаграммы «железо – углерод»

Виды чугунов



Белый чугун

- *Структура:* цементит + перлит.
- *Углерод:* находится в форме цементита, степень графитизации равна нулю.
- *Свойства:* высокая твердость и практически нулевая пластичность.
- *Применение:* практически не поддается обработке режущим инструментом, поэтому как конструкционный материал не используется. Чаще всего белые чугуны используют для переплавки в стали.

Серый чугун

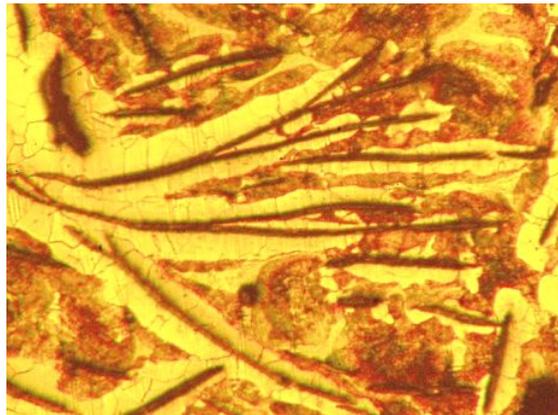
- **Технология получения:** непосредственно из расплава при медленном охлаждении для протекания процессов графитизации.
- **Углерод:** в свободном состоянии в виде **пластинчатого** графита. %C = 2,4...3,8%
- **Свойства:** хорошие литейные свойства (хорошая жидкотекучесть в жидком состоянии, малая усадка).
- **Применение:** для отливок станин, оснований станков, при изготовлении элементов двигателей – корпуса, головки, поршни и др.

Виды серых чугунов по строению металлической основы

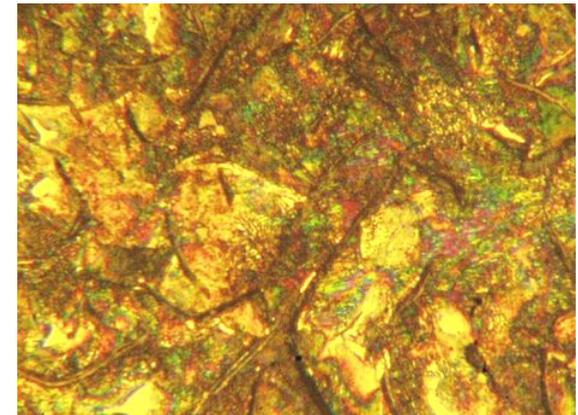
ферритный



феррито-перлитный



перлитный



- **Маркировка:** «СЧ», После букв указывается гарантированное значение предела прочности чугуна при растяжении в кГс/мм^2

Пример: СЧ12 серый чугун с пределом прочности на растяжение 12 кГс/мм^2

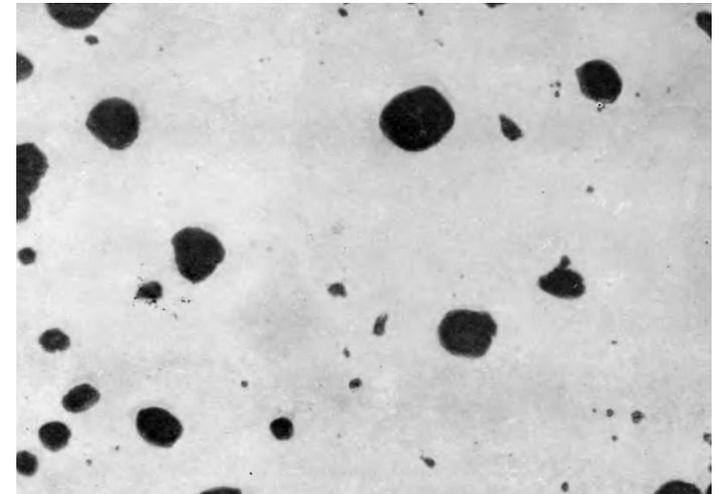
Высокопрочный чугун

- *Технология получения:* из расплава при медленном охлаждении для протекания процессов графитизации + в расплав вводят небольшое количество модификаторов (обычно магний или церий в количестве 0,03...0,07%).
- *Углерод:* в свободном состоянии в виде **шаровидного** графита. %C = 2,7...3,6%
- *Свойства:* хорошо обрабатываются резанием, обладают высокой прочностью и износостойкостью.
- *Применение:* для изготовления ответственных изделий.
- *Маркировка:* «ВЧ», После букв указывается гарантированное значение предела прочности чугуна при растяжении в кГс/мм²

Пример: ВЧ50 - высокопрочный чугун с пределом прочности на растяжение 50 кГс/мм²

Примеры других марок высокопрочного чугуна:

- ВЧ 42 (ферритный);
- ВЧ 45 (феррито-перлитый);
- ВЧ 60; ВЧ 70; ВЧ 80; ВЧ 120 (перлитные).



Форма графитовых включений в высокопрочном чугуне

Ковкий чугун

- **Технология получения:** длительным графитизирующим отжигом белого чугуна.
- **Углерод:** в свободном состоянии в виде **хлопьевидного** графита. $\%C = 2,5 \dots 3,0\%$
- **Свойства:** хорошо обрабатываются резанием, обладают высокой пластичностью.
- **Применение:** детали небольшого сечения, работающие при высоких динамических и статических нагрузках (картеры редукторов, ступицы – из ферритных; звенья и ролики цепей, втулки, муфты, тормозные колодки – из перлитных).

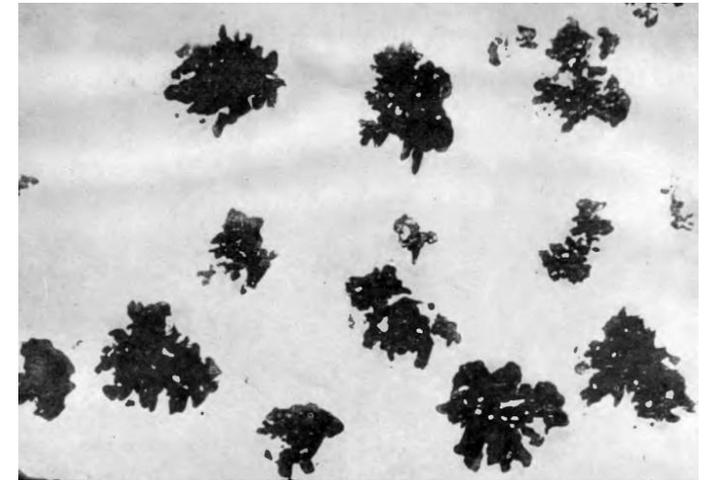
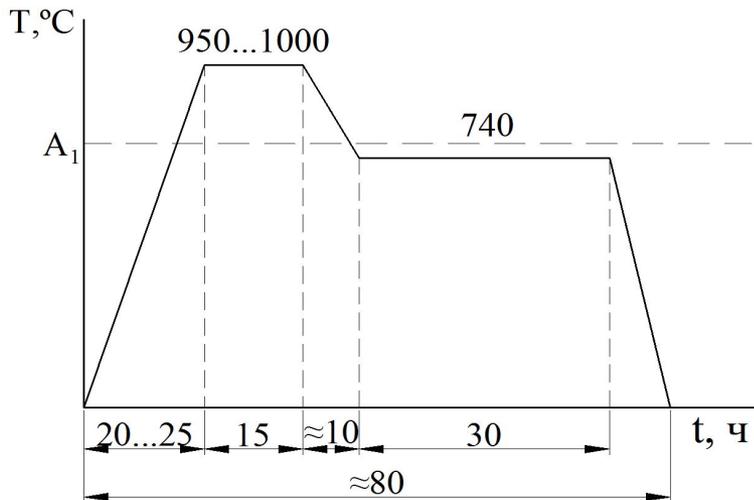


Схема термического цикла графитизирующего отжига белого чугуна при получении ковкого чугуна

Форма графитовых включений в ковком чугуне

- **Маркировка:** «КЧ», после которых указывается два числа. Первое число показывает гарантированное значение предела прочности чугуна при растяжении в кГс/мм^2 , а второе – относительную деформацию (удлинение) чугуна до разрушения, в процентах.

Пример: КЧ 50-4 – ковкий чугун с пределом прочности на растяжение 50 кГс/мм^2 и относительным удлинением 4%.

Влияние примесей на структуру и свойства чугунов

- *Кремний* особенно сильно влияет на структуру чугуна, усиливая процесс графитизации. Содержание кремния в чугунах колеблется в широких пределах от 0,3...0,5% до 3...5%.
- *Марганец*, в отличие от кремния, препятствует графитизации. Содержание марганца составляет 1,25...1,4% в белых чугунах; 0,8...1,2% в серых чугунах; 0,5...0,6% в высокопрочных чугунах; 0,3... 1,0% в ковких чугунах.
- *Сера* также препятствует графитизации чугуна, но при этом ухудшает литейные качества (снижает жидкотекучесть), поэтому содержание серы в чугунах ограничено 0,08...0.12%.
- *Фосфор* практически не влияет на процесс графитизации. однако фосфор – полезная примесь в чугуне, так как он повышает жидкотекучесть. Твердые участки фосфидной эвтектики повышают общую твердость и износостойкость чугуна.