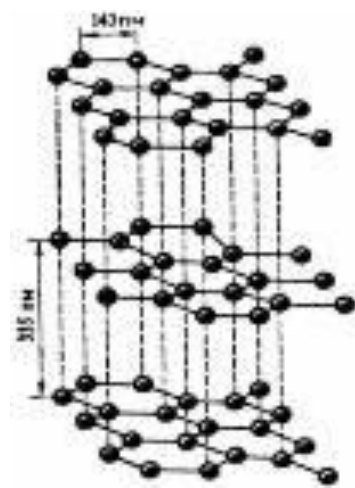


8. Чугун

Процесс графитизации

В зависимости от состояния углерода в чугуне различают:

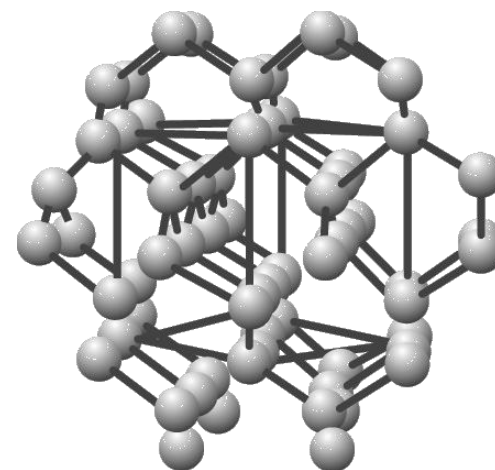
- *белый чугун*, в котором весь углерод находится в связанном состоянии в виде цементита;
- *серый чугун*, в котором углерод в значительной степени или полностью находится в свободном состоянии в форме *пластинчатого* графита;
- *высокопрочный чугун*, в котором углерод в значительной степени или полностью находится в свободном состоянии в форме *шаровидного* графита;
- *ковкий чугун*, в котором углерод в значительной степени или полностью находится в свободном состоянии в форме *хлопьевидного* графита. Получается в результате отжига отливок из белого чугуна.



←
Графит

Углерод

→
Алмаз



8. Чугун

Процесс графитизации

Изменение свободной энергии при охлаждении жидкого расплава

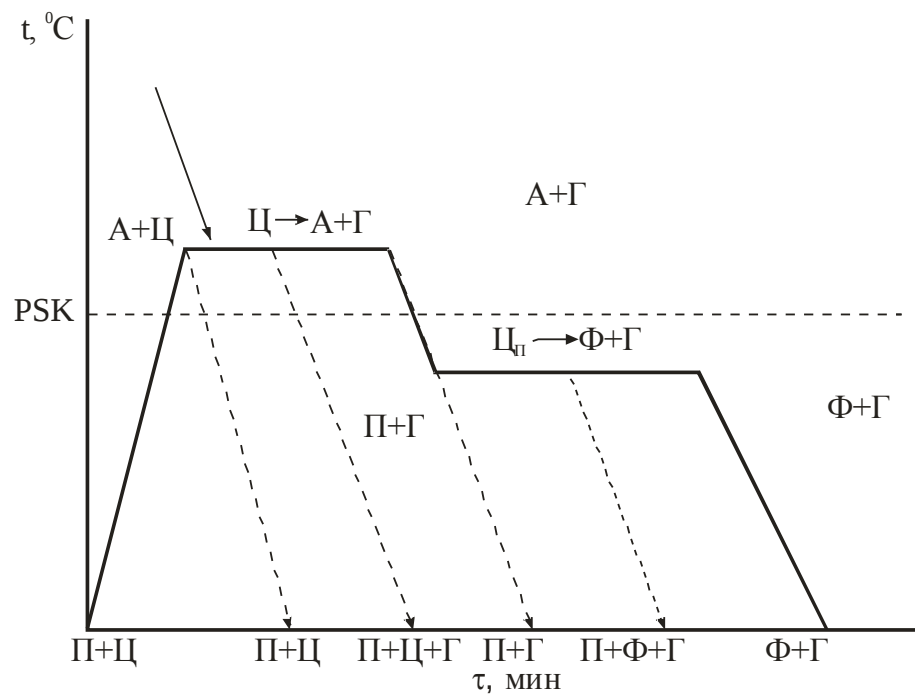
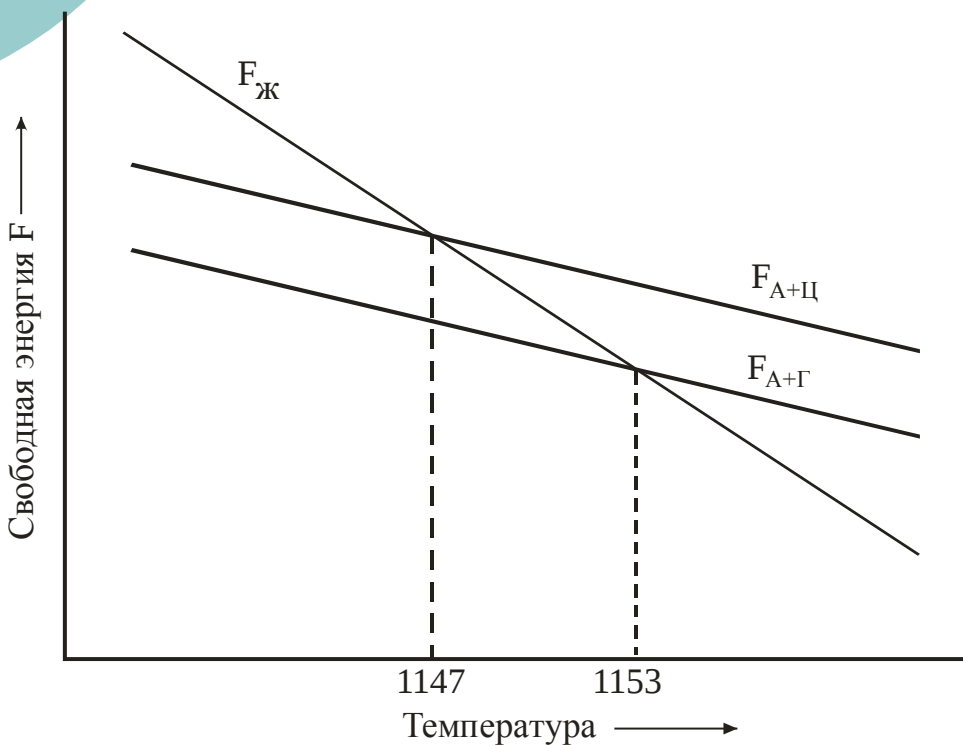
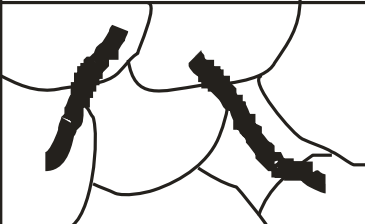
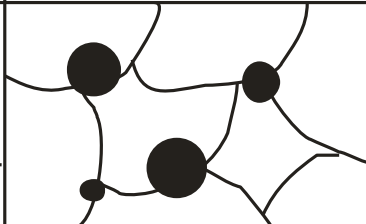
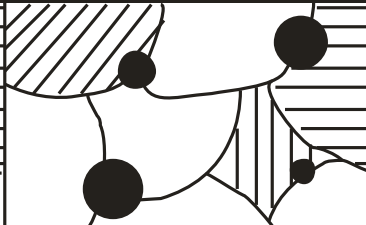
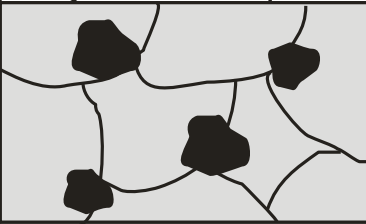
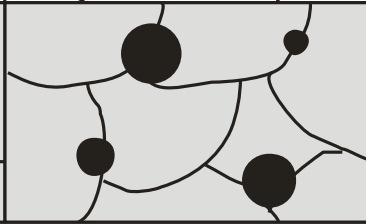


Схема образования структур при графитизации

Классификация чугуна по структуре металлической основы и форме графитных включений (схемы структур)

Металлическая основа	Форма графитных включений		
	Пластинчатая	Хлопьевидная	Шаровидная
Феррит			
Феррит + Перлит			
Перлит			

СЕРЫЕ ЧУГУНЫ

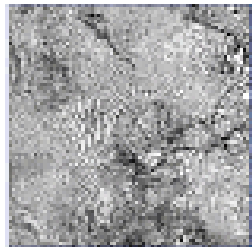
Включения графита имеют форму пластин



Получению серого чугуна способствует:
- повышение содержания кремния
- медленное охлаждение.
Химический состав:
2,9-3,7% C, 1,2-2,6%Si, 0,5-1,1%Mn

Нетравленный шлиф

Серый перлитный



Серый феррито-перлитный



Серый ферритный



Маркировка серых чугунов

СЧ20

↑ Предел прочности на разрыв (200 МПа)
↑ Серый чугун

8. Чугун

Структура и свойства чугуна

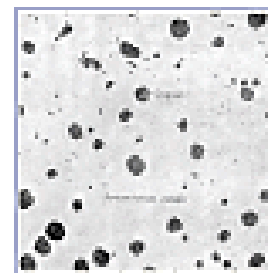
ВЫСОКОПРОЧНЫЕ ЧУГУНЫ

Включения графита имеют шаровидную форму

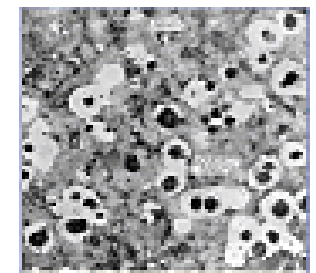
Высокопрочный чугун получают путем модифицирования серого чугуна магнием или церием.

Химический состав: 3.0-4.0% C, 2.5-3.8%Si, 0.2-0.7%Mn, 0.02-0.08%Mg, <0.02%S, <0.1%P

Нетравленный шлиф



Феррито-перлитная основа



Маркировка высокопрочных чугунов

ВЧ 45

↑ Предел прочности на разрыв (450 МПа)
↑ Высокопрочный чугун

КОВКИЕ ЧУГУНЫ

Ковким называется чугун с хлопьевидным графитом, который получается из белого чугуна в результате специального графитизирующего отжига (томления).

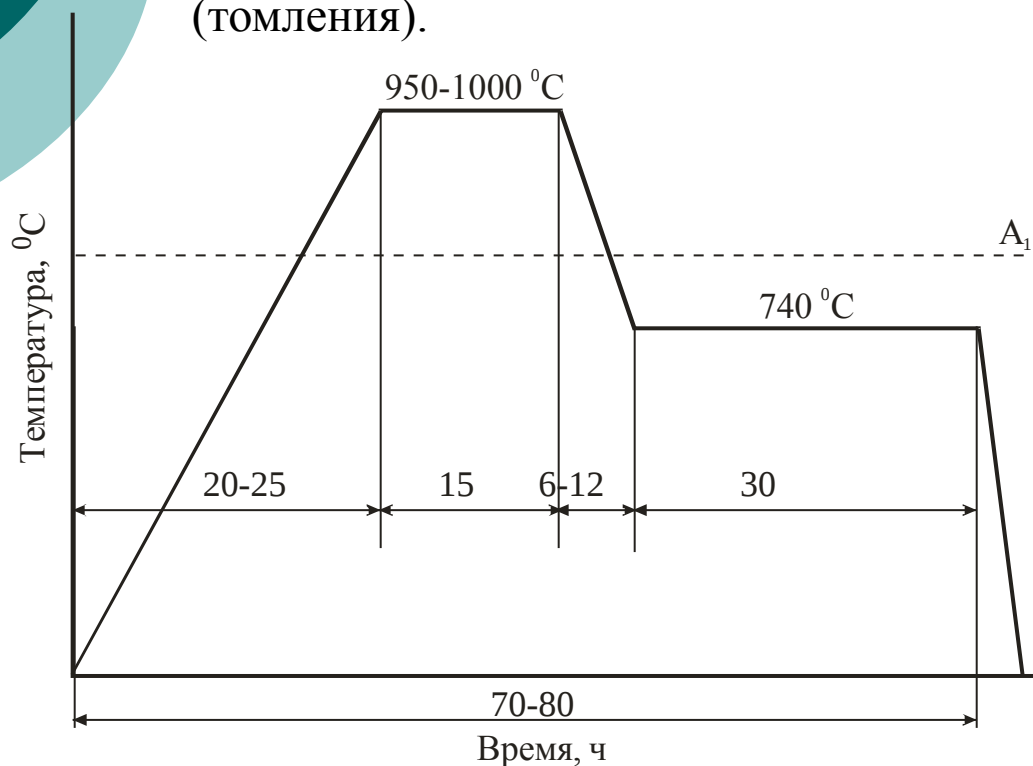
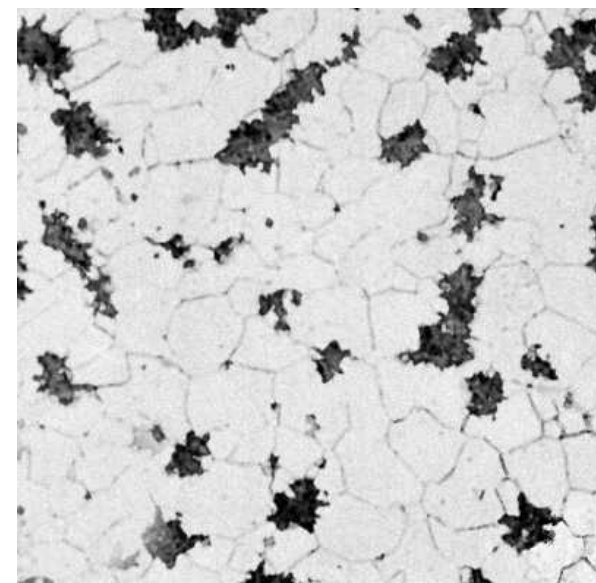


График режима отжига белого чугуна



КЧ35-10 ← Относительное удлинение, %

Предель прочности на разрыв
(350 МПа)

Ковкий чугун

8. Чугун

Влияние примесей

- Кремний (Si) – усиливает графитизацию (от 0,3...0,5 до 3...5 %);
- Марганец (Mn) – препятствует графитизации, способствует отбеливанию чугуна;
- Сера (S) – способствует отбеливанию чугуна, но ухудшает литейные свойства, в частности снижает жидкотекучесть (для мелкого литья 0,08 %, для крупного литья – 0,1...0,12 %).
- Фосфор (P) – улучшает жидкотекучесть чугуна. Образующая при литье эвтектика повышает общую твердость и износостойкость чугуна.

Чугун чаще всего легируют:
Cr, Ni, Cu, Al, Ti.
Хром препятствует, а медь и никель способствуют графитизации чугуна.

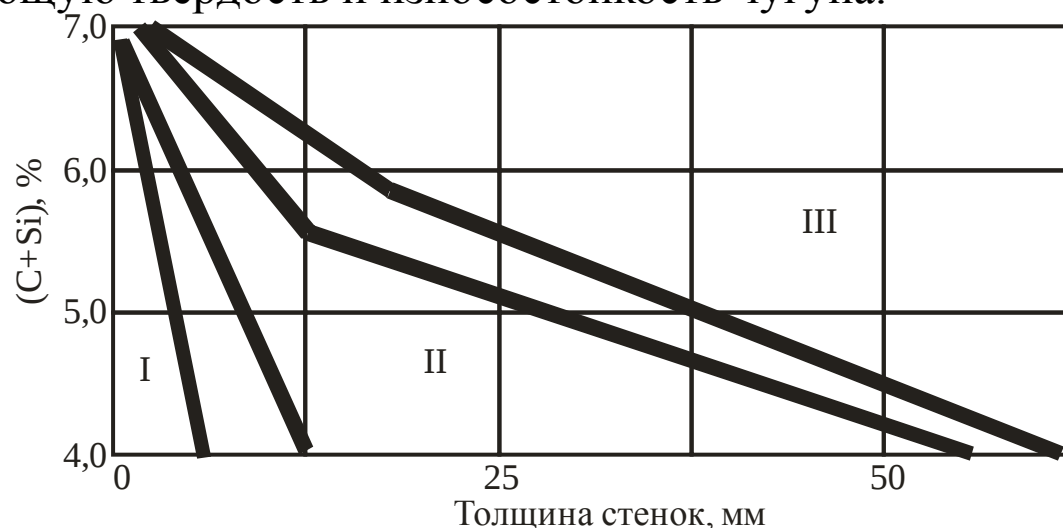


Рис. Влияние скорости охлаждения на структуру чугунов

I – белые чугуны; II – серые перлитные чугуны;
III – серые ферритные чугуны