

Лекция 7

«ЧУГУНЫ»

Чугуны

- * **Чугуны** - это сплавы железа, содержащие от 2,14 до 6,67% углерода.
- * Чугуны – более дешевый материал, чем стали.
- * Они обладают пониженной температурой плавления, хорошими литейными свойствами. За счет этого из чугунов можно делать отливки более сложных форм, чем из сталей.

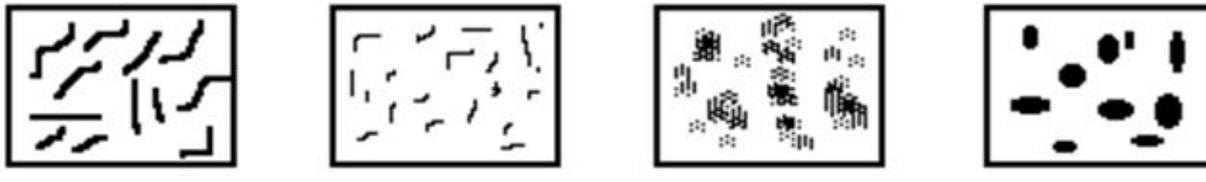


Чугуны

- * Чугуны плохо деформируются (в обычных условиях не поддаются ковке).
- * Благодаря сочетанию высоких литейных свойств с достаточно высокой прочностью и износостойкостью, а также относительной дешевизне чугуны широко применяются в машиностроении.
- * Детали машин, полученные из чугуновых отливок, значительно дешевле, чем детали, изготовленные обработкой резанием из горячекатанных стальных профилей или из поковок или штамповок.
- * Значительная часть выплавляемого чугуна переплавляется в сталь по классической схеме – руда -чугун- сталь

Чугуны

- * В зависимости от того, в каком состоянии находится углерод в сплавах, различают следующие виды чугунов:
- * **белые** - углерод или часть его находится в связанном состоянии
- * **серые** - углерод или часть его находится в виде графита пластинчатой формы
- * **высокопрочные** - графит шаровидной формы
- * **ковкие** - графит в виде хлопьев

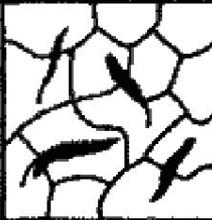
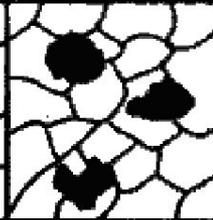
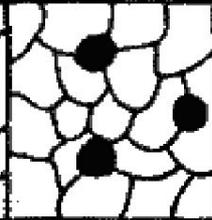
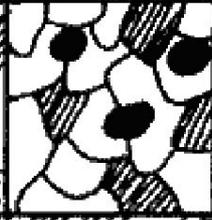


- * Возможные формы графита в чугунах. 1 - пластинчатый, 2 - мелкопластинчатый (вермикулярный), 3 - хлопьевидный, 4 - шаровидный графит.

Чугуны

- * В структуре чугунов с графитом различают включения графита и металлическую основу, которая может быть - ферритная, феррито-перлитная или перлитная.

Чугуны

Металлическая основа	Класс чугуна		
	Серый А	Ковкий Б	Высоко-прочный В
Феррит			
Феррит + Перлит			
Перлит			

Влияние компонентов и скорости охлаждения на свойства чугунов

- * На образование той или иной структуры оказывает влияние его химический состав и скорость охлаждения отливки.
- * Углерод в обычных серых чугунах содержится в пределах 2,7-3,7 %. Выделение графита увеличивается с повышением % углерода в чугунах.

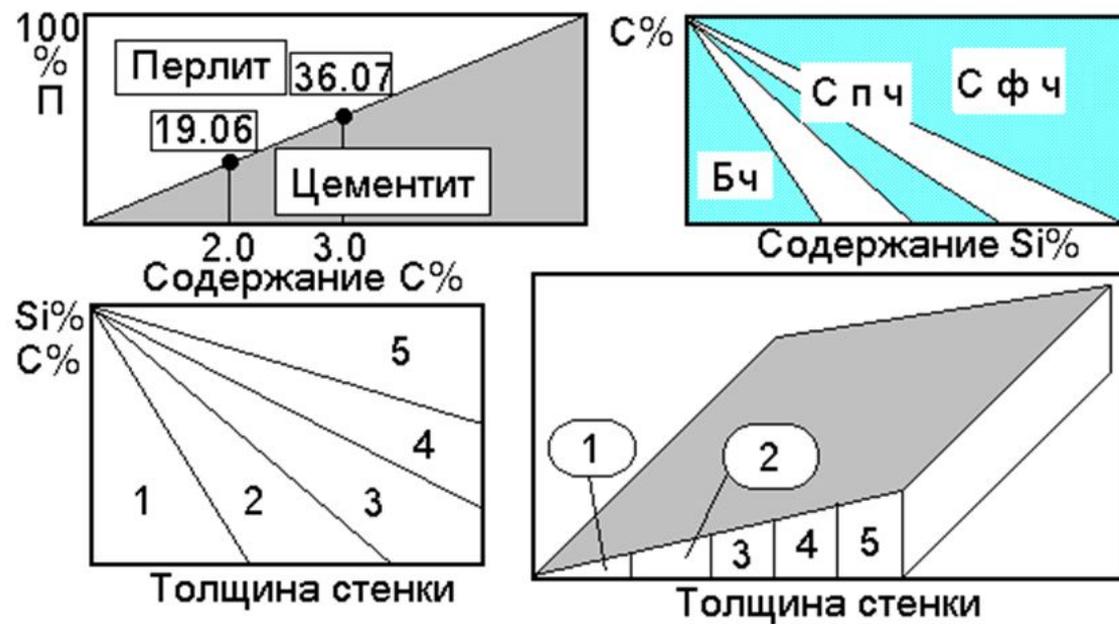
Влияние компонентов и скорости охлаждения на свойства чугунов

- * Кремний как и углерод способствует процессу графитизации. Содержание кремния в чугунах колеблется от 0,3 до 5%.
- * Марганец растворяется в чугунах, образуя твердые растворы. Марганец препятствует процессу графитизации и способствует отбелу чугуна. Содержание его обычно колеблется в пределах 0,5-0,8 %.

Влияние компонентов и скорости охлаждения на свойства чугунов

- * Фосфор не оказывает влияния на процесс графитизации, фосфор повышает хрупкость чугунов за счет образования фосфидов- химических соединений.
- * Фосфор повышает жидкотекучесть чугунов, в художественных отливках его до 1%. В ответственных отливках- 0,2-0,3%
- * **Сера - вредная примесь**, ухудшает литейные свойства. Содержание ее в чугунах до 0,12 %.

Влияние скорости охлаждения на структуру чугунов



- * Структурные диаграммы чугуна. Зависимости структуры от содержания углерода и кремния и толщины отливки (стенки). 1 - белые, 2 - половинчатые, 3 - серые перлитные, 4 - серые перлитно-ферритные, 5 - ферритные серые чугуны.

Белый чугун

- * Такое название он получил по виду излома, который имеет белый, блестящий вид. Углерод в белом чугуне находится в связанном состоянии, в виде цементита. Фазовые превращения в нем происходят согласно диаграмме состояния железо-углерод.
- * В зависимости от содержания углерода белые чугуны могут быть
- * **доэвтектическими** (перлит +цементит + ледебурит),
- * **эвтектическими** (ледебурит)
- * **заэвтектическими** (цементит и ледебурит)

Белый чугун

Такое название он получил по виду излома, который имеет белый, блестящий вид. Углерод в белом чугуне находится в связанном состоянии, в виде цементита. Фазовые превращения в нем происходят согласно диаграмме состояния железо-углерод.

В зависимости от содержания углерода белые чугуны могут быть

- * **доэвтектическими** (перлит +цементит + ледебурит),
- * **эвтектическими** (ледебурит)
- * **заэвтектическими** (цементит и ледебурит)



Микроструктуры белых чугунов

- * Эти чугуны имеют очень большую твердость (НВ 450-550) из-за присутствия в них большого количества цементита. Как следствие этого, они очень хрупкие и для изготовления деталей машин не используются.

Белый чугун

* Применение белого чугуна:

Отливки из белого чугуна служат для получения деталей из ковкого чугуна.

Из белых чугунов изготавливают отливки простой формы, обладающие высокой износостойкостью – валки листовых прокатных станов, шаровые мельничные колеса, тормозные колодки, буровые шарошки и другие детали, работающие в условиях износа.

Серый чугун

- * Такое название чугун получил по виду излома, который имеет серый цвет.
- * В структуре серого чугуна весь углерод или его часть находится в виде графита.
- * Графит - это аллотропическая модификация чистого углерода (другой модификацией является алмаз - это редкая форма в сплавах не встречается).
- * Кристаллическая решетка графита - гексагональная, слоистая, что делает графит малопрочным и мягким (не превышает 3НВ).

Серый чугун

Процесс образования в чугунах графита называется **графитизацией**. Серые чугуны обладают хорошими литейными свойствами, хорошо обрабатывается резанием, сопротивляется износу, обладает высокой демпфирующей способностью - т.е. способностью гасить вибрации - 2-4 раза выше, чем у сталей.

Все эти свойства обусловили применение серого чугуна для изготовления:

- * станин различного оборудования
- * коленчатых и распределительных валов тракторных и автомобильных двигателей
- * **в станкостроении** - базовые корпусные детали, кронштейны, зубчатые колеса, направляющие
- * **в автомобилестроении** -блоки цилиндров, гильзы. поршневые кольца, распределительные валы, головки цилиндров, диски сцепления

Серый чугун

- * **ГОСТ 1412-85 Чугун с пластинчатым графитом для отливок**

Для изготовления отливок предусмотрены следующие марки:

СЧ10 СЧ15 СЧ20 СЧ25 СЧ30 СЧ35

По требованию потребителей допускаются марки –

СЧ18 СЧ21 СЧ24

- * **Цифра** -величина минимального временного сопротивления при растяжении **в МПА 10-1**

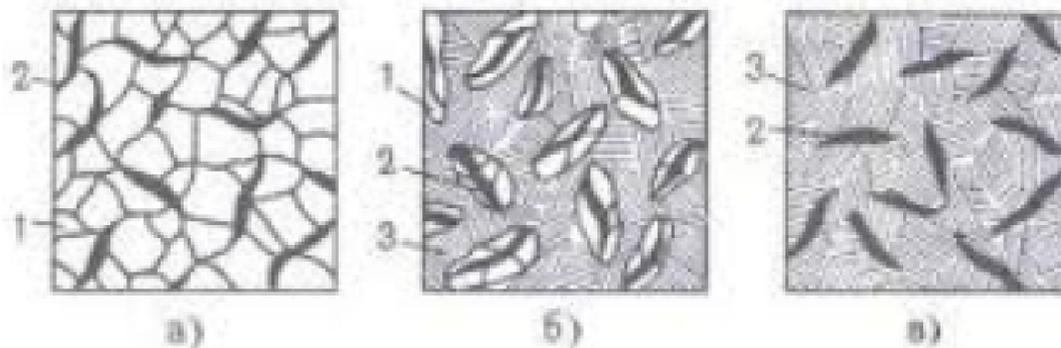
- * **Обозначение: СЧ10 ГОСТ 1412-85**

Серый чугун

Марка	Применение
Сч10	неответственное литье, печное литье, канализационные трубы, строительные колонны, фундаментные плиты, крышки, кожуха, корпуса
Сч15 Сч18 Сч20	машиностроительные отливки, станины, корпуса, ШКИВЫ
Сч25 Сч30 Сч35	ответственные отливки

Серый чугун

- * Наименее прочные чугуны на ферритной основе.
- * Серый чугун- это "сталь испорченная графитом", графит имеет ничтожную прочность, играет роль надрезов, трещин, разопрочняющих чугун.
- * Серому литейному чугуну (на любой основе) свойственны почти полное отсутствие относительного удлинения и очень низкая ударная вязкость.



Серый чугун

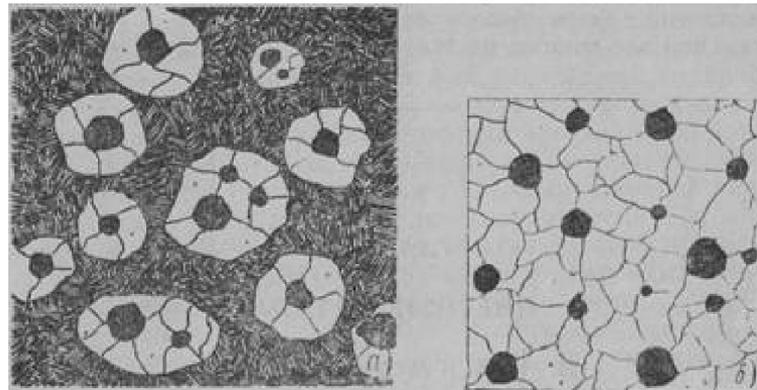
- * Помимо отрицательных сторон пластинчатого графита необходимо знать и положительную его роль:
- * графит улучшает обрабатываемость резанием, т.е. образуется ломкая стружка
- * улучшает антифрикционные свойства, играя роль смазки
- * благодаря графиту быстро гасятся вибрации (микропустоты заполненные графитом)
- * делает чугун нечувствительным к концентрациям напряжений.

Серый чугун

- * Серый чугун повышенной прочности имеет перлитную основу и более мелкие, завихренные пластины графита. Прочность их обеспечивается модифицированием.
- * Модификаторами служат ферросилиций, силикокальций, их добавляют в количестве 0,1-0,3 % от массы чугуна прямо в ковш при заливке.

Высокопрочные чугуны

- * Высокопрочным называют чугуны, в которых графит имеет шаровидную форму. Его получают присадкой в жидкий чугун небольших добавок щелочных или щелочноземельных металлов, чаще всего это магний в количестве 0,03-0,07%. По содержанию остальных элементов высокопрочный чугун не отличается от серого.



Высокопрочные чугуны

- * Шаровидный графит является менее сильным концентратором напряжений, чем пластинчатый графит и поэтому значительно меньше ослабляет металлическую основу. Высокопрочный чугун обладает более высокими механическими свойствами. Он имеет хорошие литейные свойства, хорошо обрабатывается резанием, гасит вибрации, имеет высокую износостойкость, удовлетворительно сваривается.

Высокопрочные чугуны

- * По **ГОСТ 7293-85** производится 8 марок высокопрочных чугунов.
- * **ГОСТ 7293-85 Чугун с шаровидным графитом для отливок**
- * Марки : **ВЧ35, ВЧ40, ВЧ45, ВЧ50, ВЧ60, ВЧ70, ВЧ80, ВЧ100**
- * **Обозначение: ОТЛИВКА ВЧ 60 ГОСТ 7293-85**
- * Цифра – минимальное значение временного сопротивления при растяжении в Мпа 10-1
- * Марка чугуна определяется его временным сопротивлением при растяжении и условным пределом текучести.

Высокопрочные чугуны

Марка чугуна	Временное сопротивление при растяжении Мпа кг/мм ²	Условный предел текучести Мпа кг/мм ²
ВЧ35	350 (35)	220 (22)
ВЧ40	400(40)	250(25)
ВЧ45	450(45)	310(31)
ВЧ50	500(50)	320(32)
ВЧ100	1000(100)	700(70)

Высокопрочные чугуны

- * Высокопрочные чугуны обладают высоким пределом текучести, выше, чем у стальных отливок.
- * Химический состав ВЧ следующий: 3,1-3,2%С, 2,6-2,9 % кремния, 0,6-0,8 %Мп, до 0,12%Р, до 0,03% серы, 0,02-0,03% магния.



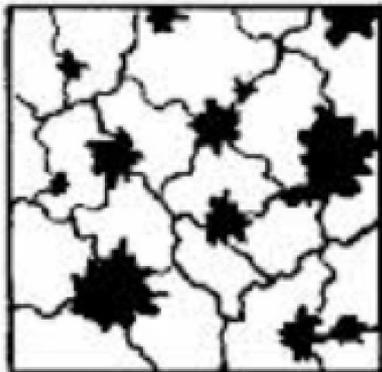
Высокопрочные чугуны

- * Сочетая в себе высокие физико-механические свойства, высокопрочный чугун может быть использован взамен обычного серого чугуна, ковальной и литой стали, а также сплавов на основе меди во многих отраслях машиностроения. Это - шпиндели карусельных станков, детали кузнечно-прессового оборудования, изложницы для разливки стали, штампы, коленчатые валы, поршневые кольца, картеры, кронштейны, подшипники качения, детали ходовой части тепловозов., подъемно-транспортные устройства, корпуса паровых турбин и др.



Ковкие чугуны

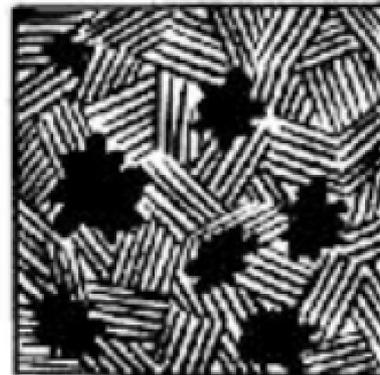
- * Ковкими называют чугуны, в которых графит имеет хлопьевидную форму.
- * Ковкие чугуны – условное название более пластичного по сравнению с серым чугуном. Их получают в результате специального графитизирующего отжига доэвтектического белого чугуна.



а)



б)



в)

Ковкие чугуны

- * При производстве ковкого чугуна очень важно, чтобы отливки белого чугуна, подвергаемого отжигу, были тонкостенными (не более 40-50мм), в противном случае в сердцевине при кристаллизации будет выделяться пластинчатый графит и чугун станет непригодным для отжига.

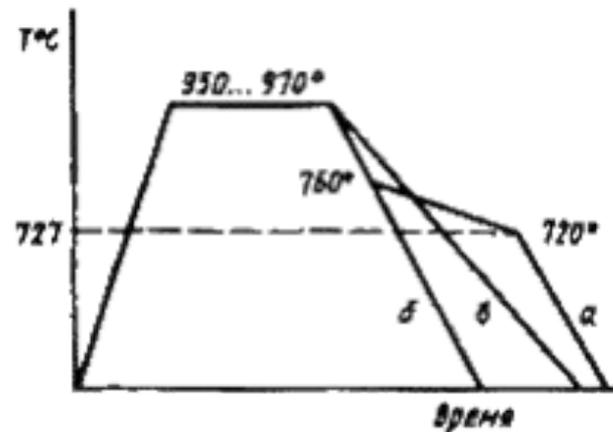


График отжига белого чугуна для получения ковкого

Ковкие чугуны

- * Химический состав белого чугуна, отжигаемого на ковкий чугун, выбирается в пределах:
2,5-3,0 %С 0,7-1,5 % кремния, 0,3- 1,0 % Mn , серы менее 0,12%, P менее 0,18%
- * Для ускорения отжига чугун модифицируют алюминием, выполняют отжиг в защитной атмосфере. В этом случае длительность процесса отжига уменьшается до 24-60 часов.

Ковкие чугуны

- * Металлическая основа ковкого чугуна может быть ферритной. Либо перлитной. Излом ферритного ковкого чугуна – бархатисто черный вследствие большого количества графита.
- * При перлитной основе (отсутствует выдержка ниже эвтектоидного интервала температур), излом у такого чугуна – светлый – сталистый.



Ковкие чугуны

- * По ГОСТ 1215-79 ковкие чугуны маркируют :
- * **КЧ37-12**
- * Первая цифра – временное сопротивление в кг/мм², вторая – относительное удлинение в %
- * Обозначение - **Отливка КЧ30-6-Ф ГОСТ 1215-79**
- * **Отливка КЧ60-3-П ГОСТ 1215-79**
- * Ф – обозначает – ферритного класса
- * П – обозначает -перлитного класса
- * Марки ковких чугунов:
- * **КЧ30-6, КЧ33-8, КЧ35-10, КЧ37-12,**
- * **КЧ 45-7, КЧ50-5, КЧ55-4, КЧ60-3, КЧ65-3**
- * Из отливок ковкого чугуна изготавливают детали, работающие при ударных и вибрационных нагрузках

Ковкие чугуны

Марка чугуна	Применение
КЧ37-12, КЧ35-10 (Ф основа)	Детали, эксплуатируемые при высоких динамических и статических нагрузках – картеры редукторов, ступицы, крюки, скобы
КЧ30-6, КЧ33-8 (Ф основа)	Менее ответственные детали – головки, хомутики, гайки, глушители, фланцы, муфты
КЧ50-5, КЧ 55-4 (П основа)	Вилки карданных валов, звенья и ролики цепей конвейера, втулки, муфты, тормозные колодки

Ковкие чугуны

- * Ковкие чугуны широко применяются в сельскохозяйственном, автомобильном, текстильном машиностроении, в судостроении, котло-, вагоно- и дизелестроении.
- * Недостаток – высокая стоимость из-за длительного отжига.

Чугун	бв МПа	δ	%	НВ
КЧ 30-6	300	6		100-163
КЧ 37-12	370	12		110-163
КЧ 60-3	600	3		200-269