

Лабораторная работа

ИЗУЧЕНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ, СВОЙСТВ И ПРИМЕНЕНИЯ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ И ЧУГУНОВ

Цель работы:

- 1) изучить влияние углерода и постоянных примесей на свойства сталей и чугунов;
- 2) изучить классификацию, маркировку и применение углеродистых конструкционных и инструментальных сталей;
- 3) изучить классификацию, маркировку и области применения белых и серых чугунов.

Студент должен знать классификацию, маркировку, структуры и свойства углеродистых сталей и чугунов.

Студент должен уметь выбрать марку стали или чугуна для конкретной детали.

Общие сведения

Стали

Сталь – это сплав железа с углеродом, содержание углерода в котором не превышает 2,14 %.

Сталь является многокомпонентным сплавом, содержащим кроме углерода ряд постоянных или неизбежных примесей: *Mn, Si, S, P, O, N, H* и др., которые оказывают влияние на ее свойства.

Изменение соотношения в структуре стали пластичной (феррит) и твердой (цементит) фаз с увеличением содержания углерода (рисунок 6.1) является причиной повышения у стали прочностных ($\sigma_{\text{в}}$, $\sigma_{\text{т}}$, HB) и снижения пластических (δ , Ψ) свойств.

При содержании углерода больше 1,0...1,2 %, твердость стали в отожженном состоянии возрастает, а предел прочности уменьшается. Это объясняется выделением по границам бывшего зерна аустенита вторичного цементита. При испытании на растяжение образовавшийся вокруг зерен перлита каркас из цементита разрушается, приводя к снижению предела прочности.

Микроструктуры технически чистого железа и углеродистых сталей характеризуются левой нижней частью диаграммы состояния «железо–цементит. Сплавы с содержанием до 0,02 % углерода назы-

ваются технически чистым железом; от 0,02 до 0,8 % C – *доэвтектоидными* сталями; с содержанием 0,8 % C – *эвтектоидной* сталью; с содержанием более 0,8 % C – *заэвтектоидными* сталями.

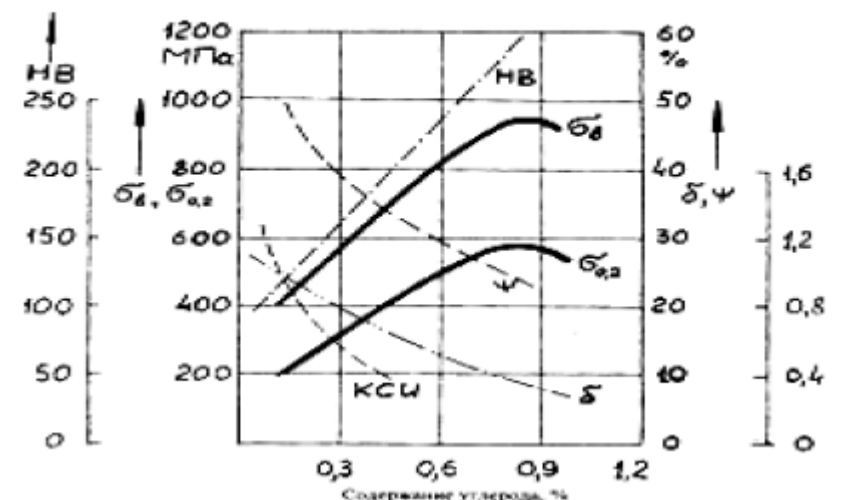


Рисунок 6.1. Влияние углерода на механические свойства стали.

Микроструктура доэвтектоидной стали состоит из феррита и перлита (рисунок 6.2).

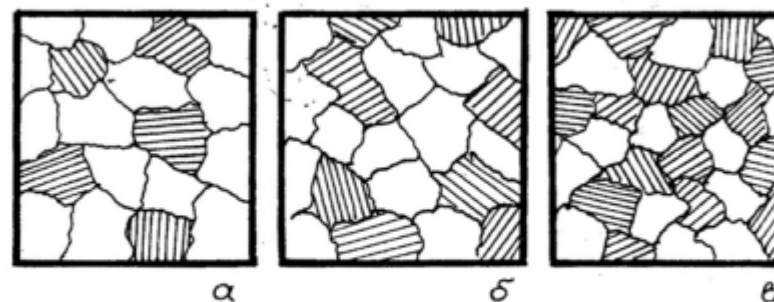


Рисунок 6.2. Схемы микроструктур стали с разным содержанием углерода: а) – 0,25 % C; б) – 0,40 % C; в) – 0,60 % C

В доэвтектоидной стали после травления феррит выявляется в виде светлых полей, а перлит – в виде полей полосчатого строения. Микроструктура эвтектоидной стали состоит только из перлита

(рисунок 6.3). **Перлит** – это структурная составляющая, состоящая из двух фаз: феррита и цементита.

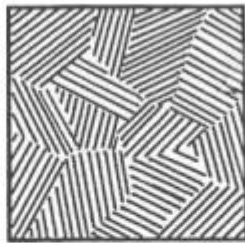


Рисунок 6.3. Схема микроструктуры эвтектоидной стали с 0,8 % углерода

Заэвтектоидная сталь имеет структуру, состоящую из перлита и вторичного цементита (рисунок 6.4). В результате медленного охлаждения заэвтектоидная сталь имеет структуру перлита и сетку цементита: белая сетка – вторичный цементит, а внутри сетки зерна пластинчатого строения – перлит. Чем больше углерода в заэвтектоидной стали, тем более широкой получается цементитная сетка.

Механические свойства стали зависят от формы и размера цементитных включений. Можно добиться образования округлых зерен цементита отжигом на «зернистый перлит». Такая структура (смесь зерен цементита в ферритной основе (рисунок 6.5) может быть получена для эвтектоидной и заэвтектоидной сталей.

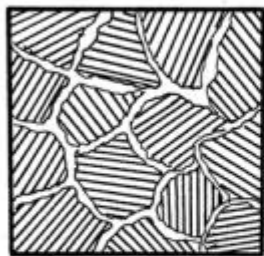


Рисунок 6.4. Схема микроструктуры заэвтектоидной стали

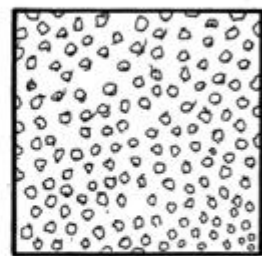


Рисунок 6.5. Схема микроструктуры заэвтектоидной стали после отжига на зернистый перлит

Сталь со структурой зернистого перлита имеет более высокую прочность, чем сталь такого же химического состава, но имеющая в структуре перлит с сеткой цементита.

Классификация сталей

Классификация сталей производится по способу производства, по химическому составу, по назначению и по качеству (рисунок 6.6).

По способу производства сталь делят на конверторную, мартеновскую и электросталь. Электросталь является наиболее чистой как по содержанию вредных примесей, так и по газовым и неметаллическим включениям. Этим способом выплавляют наиболее ответственные высококачественные марки углеродистой и легированной стали.

В зависимости от **способа раскисления** жидкой стали в плавильном агрегате ее различают как спокойную (**сп**), т.е. полностью раскисленную марганцем, кремнием и алюминием; полуспокойную (**пс**), раскисленную марганцем и кремнием; кипящую (**кп**), раскисленную только марганцем.

По химическому составу стали классифицируются как углеродистые и легированные.

Углеродистая сталь – сплав железа с углеродом до 2,14 % с постоянными примесями: марганца (до 0,8 %), кремния (до 0,5 %), серы (до 0,06 %), фосфора (до 0,07 %) и газов (кислорода, водорода, азота), присутствующих в тысячных долях процента.

Углеродистые стали в зависимости от содержания углерода подразделяются на низкоуглеродистые (до 0,25 % С), среднеуглеродистые (0,25...0,60 % С) и высокоуглеродистые (свыше 0,60 % С).

Легированными называются стали, в состав которых (кроме железа, углерода и постоянных примесей) входят специально введенные легирующие элементы: хром, никель, молибден, вольфрам и др., – для придания стали требуемых свойств. Сталь также будет считаться легированной, если содержание в ней кремния превысит 0,5 %, а марганца – 1 %.

В зависимости от содержания легирующих элементов различают стали **низколегированные** (суммарное содержание легирующих элементов до 2,5 %), **среднелегированные** (2,5...10 %) и **высоколегированные** (более 10 %).

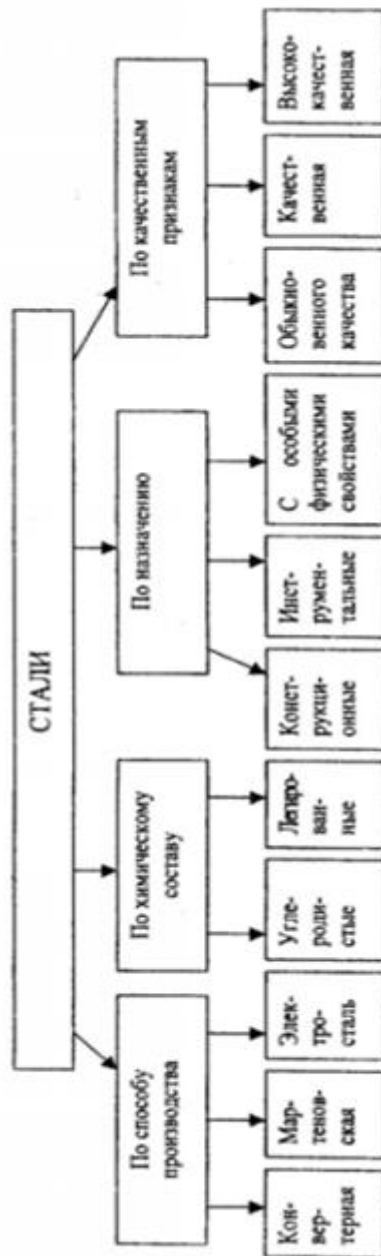


Рисунок 6.6. Общая классификация сталей

По назначению стали классифицируют на **конструкционные, инструментальные и специального назначения** (с особыми свойствами).

Конструкционные стали (0,05–0,70 % С) применяют в машиностроении и строительстве для изготовления деталей машин, элементов конструкций и сооружений. Важнейшими характеристиками сталей, по которым осуществляется их выбор, являются механические свойства.

Среди конструкционных сталей различают **цементуемые, улучшаемые, высокопрочные, автоматные, рессорно-пружинные, подшипниковые** и некоторые другие.

Инструментальные стали (0,7–1,3 % С) служат для изготовления режущих, измерительных инструментов, штампов холодного и горячего деформирования. Основным требованием, предъявляемым к инструментальным сталям, является их высокая твердость, а следовательно, износостойкость.

Стали специального назначения делятся на две группы – с особыми химическими и с особыми физическими свойствами.

Конструкционные и инструментальные стали могут быть как углеродистыми, так и легированными, а стали специального назначения – только легированными.

По **качеству** стали подразделяют на стали **обыкновенного качества, качественные, высококачественные и особо высококачественные**.

Качество стали определяется степенью однородности химического состава и строения, природой и содержанием неметаллических включений, газонасыщенностью и некоторыми другими факторами.

Основным показателем, лежащим в основе классификации сталей по качеству, является содержание вредных примесей – серы и

фосфора. Чем меньше указанных примесей, тем выше качество.

Стали обыкновенного качества являются только углеродистыми, качественные и высококачественные – углеродистыми и легированными, а особо высококачественные – только легированными.

Конструкционные углеродистые стали обыкновенного качества (ГОСТ 380–94)

Конструкционные углеродистые стали обыкновенного качества предназначены для изготовления горячекатаного проката: сортового, фасонного, листового, ленты, проволоки, метизов. Сталь углеродистая обыкновенного качества широко применяется в строительстве и машиностроении для изготовления неотответственных сварных, клепаных и болтовых конструкций, реже – малонагруженных деталей машин (валы, оси, шестерни).

Углеродистые стали обыкновенного качества являются наиболее дешевыми, выплавляются по нормам массовой технологии. В них допускается повышенное содержание вредных примесей ($S \leq 0,05 \%$, $P \leq 0,04 \%$), а также газонасыщенность и загрязненность неметаллическими включениями.

Стали маркируют сочетанием букв «Ст» и цифрами от 0 до 6, указывающими номер марки. С увеличением цифры возрастает содержание углерода в стали. Углеродистые стали обыкновенного качества получают следующих марок (таблица 1).

Таблица 1 – Конструкционные углеродистые стали обыкновенного качества (ГОСТ 380–94)

Марка стали	Ст0	Ст1	Ст2	Ст3	Ст4	Ст5	Ст6
Содержание углерода, %	0,23	0,06–0,12	0,09–0,15	0,14–0,22	0,18–0,27	0,28–0,37	0,28–0,49
Содержание марганца, %	–	0,25–0,50	0,25–0,50	0,30–0,65	0,4–0,7	0,5–0,8	0,5–0,8

Стали обыкновенного качества в зависимости от степени раскисления могут быть кипящие (кп), полуспокойные (пс), спокойные (сп). Цифры в их маркировке не указывают на содержание углерода.

Области применения некоторых марок стали углеродистой обыкновенного качества указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Применение углеродистой стали обыкновенного качества

Марка стали	Применение
Ст0	Неответственные (нерасчитываемые) элементы конструкций: ограждения, настилы, перила и т. д.
Ст2кп	Неответственные детали, требующие повышенной пластичности; стали, работающие при положительных температурах
Ст1, Ст2, Ст3. (для всех степеней раскисления)	Заклепки, котельные связи, гвозди
Ст3пс, Ст3сп	Несущие элементы конструкций и деталей, работающих при положительных температурах
Ст3пс, Ст3кп	Фасонные профили для вагонов
Ст3кп, Ст3пс	Фасонные профили для обода колес автомобилей и для сельскохозяйственного машиностроения
Ст3сп, Ст3пс, Ст4сп	Фасонные профили для тракторостроения (швеллеры для рамы и уголок для корпуса трактора)
Ст5пс, Ст5сп	Детали клепаных конструкций, крепежные детали, ручки, тяги, рычаги, пальцы, штыри и др.. детали, работающие в интервале температур от 0 до 425 °С Арматура периодического профиля (10–40 мм)
Ст6пс, Ст6сп	Бабы молотов, валы, оси, шпиндели

Конструкционные углеродистые стали качественные (ГОСТ 1050–88)

Углеродистые качественные конструкционные стали маркируются по содержанию углерода в сотых долях: 08, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75. Они могут быть с обычным и с повышенным содержанием марганца (обозначаются буквой Г в конце марки), с содержанием серы не более 0,04 %, фосфора – не более 0,035 %.

Стали 08, 10кп, 15кп – пластичные без термической обработки, применяются для листовой холодной штамповки, вытяжки. Из них производятся кузовные детали грузовых, легковых автомобилей.

Стали 10, 15, 20, 25 – цементируемые стали, применяются для изготовления деталей, требующих твердости и износостойкости поверхностей при сохранении вязкой сердцевины.

Стали 35, 40, 45, 50 – улучшаемые стали для изготовления валов, осей, втулок, шестерен, шатунов, поршневых пальцев, требующих высокой прочности при удовлетворительной вязкости.

Стали 55, 60, 55Г, 60Г – пружинно-рессорные, для изготовления деталей высокой прочности и упругости. После закалки и отпуска наилучшие механические свойства у сталей 55Г, 60Г.

Стали 65, 70, 75, 65Г, 70Г, 75Г – для производства деталей, требующих высокой износоустойчивости при абразивном изнашивании (долота, лемеха, лапы культиваторов, диски посевных и почвообрабатывающих машин). Наилучшие механические свойства у сталей 65Г, 70Г, 75Г.

Инструментальные углеродистые стали (ГОСТ 1435–90)

Инструментальные углеродистые стали выпускаются качественными (содержание серы не более 0,028 %, фосфора < 0,030 %) или высококачественными (содержание серы не более 0,018 %, фосфора < 0,025 %). В марке буква **У** обозначает – сталь углеродистая, буква **А** – высококачественная, цифры показывают среднее содержание углерода в десятых долях процента.

Качественные инструментальные стали – У7, У8, У9, У10, У11, У12, У13.

Высококачественные углеродистые стали – У7А, У8А, У9А, У10А, У11А, У12А, У13А

Примерное назначение: У7, У8, У9, У7А, У8А, У9А – для изготовления инструментов по дереву, зубила, долота;

У10, У11, У10А, У11А – мелкие сверла, фрезы, метчики, развертки;

У12, У13, У12А, У13А – для инструментов с максимальной износостойкостью, напильники, гравёрный инструмент.

Легированные стали

По **назначению** легированные стали делятся на конструкционные, инструментальные и специального назначения.

По **качеству** эти стали подразделяются на качественные, высококачественные, особо высококачественные.

Буквы указывают на легирующий элемент, цифра после букв – количество легирующего элемента в целых долях (отсутствие цифры указывает, что оно составляет 1,0 – 1,5 %). Две цифры в начале маркировки стали указывают содержание углерода в сотых долях,

одна цифра – содержание углерода в десятых долях, буква А в конце маркировки – сталь высококачественная.

Легирующие элементы: Х – хром; Г – марганец; М – молибден; В – вольфрам; Н – никель; Т – титан; Ф – ванадий; Ю – алюминий; Б – ниобий; А (в середине марки) – азот.

Некоторые стали обозначаются условными буквами: А (в начале марки) – автоматная; Р – быстрорежущая; Ш – шарикоподшипниковая; Э – электротехническая.

Чугуны

Классификация чугунов

Чугун – это сплав железа с углеродом, с содержанием углерода свыше 2,14 % С и наличием постоянных примесей.

По назначению чугуны разделяют на **передельные** (85–90 % от всего объема производства), **литейные** (9–12 %), **специальные** (рисунки 6.7).

В зависимости от того, в каком виде углерод находится в чугунах, его разделяют на: **белый** – углерод находится в связанном состоянии (в виде цементита Fe₃C); **серый** – углерод находится в свободном состоянии (в виде графита); **половинчатый** (отбеленный) – углерод может быть в виде графита и цементита.

По форме включений графита чугуны подразделяют на **серый** с пластинчатым графитом (СЧ), **ковкий** с хлопьевидным графитом (КЧ), **высокопрочный** с шаровидным графитом (ВЧ).

Влияние примесей на структуру и свойства чугунов

На структурообразование чугуна влияет скорость охлаждения и количество элементов, способствующих **графитизации** – процессу образования графитных включений.

Кремний повышает механические свойства чугуна при концентрации не более 3,0–3,5 %. При более высокой концентрации кремния включения графита становятся грубыми, пластичность чугуна снижается.

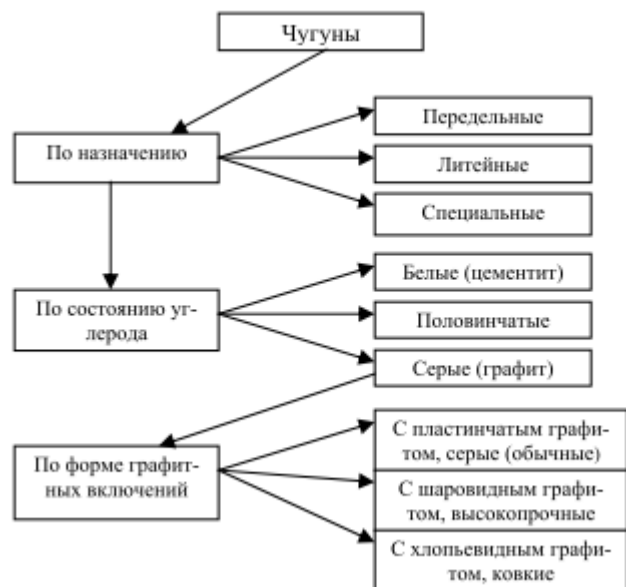


Рисунок 6.7. Классификация чугунов

Марганец увеличивает растворимость углерода в чугуне. При содержании более 0,5 % он повышает склонность чугуна к отбеливанию. Увеличение содержания марганца повышает усадку, что способствует образованию трещин и внутренних напряжений. Основное назначение марганца в чугуне – нейтрализация вредного влияния серы.

Сера – наиболее нежелательная примесь в чугуне. Ее влияние определяется формированием по границам зерен хрупкой тройной эвтектики. При повышении содержания серы жидкотекучесть чугуна ухудшается, усадка и склонность к образованию трещин повышается.

Фосфор не оказывает существенного влияния на графитизацию. Фосфор сильнее других элементов повышает жидкотекучесть чугуна. Влияние фосфора на механические свойства чугуна отрицательные: способствует снижению ударной вязкости, повышает склонность к образованию холодных трещин.

Белые чугуны

Белые чугуны – это чугуны, в которых углерод находится в связанном состоянии, в виде цементита. Они очень твердые и хрупкие, плохо обрабатываются режущим инструментом. Поэтому отливки из белого чугуна применяются редко.

По структуре белые чугуны подразделяются (рисунок 6.8) на: доэвтектические (перлит + цементит + ледебурит), эвтектические (ледебурит), заэвтектические (цементит + ледебурит).

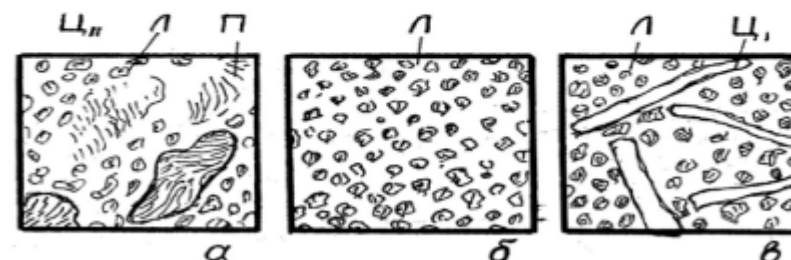


Рисунок 6.8. Схемы микроструктур белого чугуна:
а – доэвтектического, б – эвтектического, в – заэвтектического

Серые чугуны (ГОСТ 1412–85)

Серые чугуны – это чугуны, в которых углерод находится в свободном состоянии, в виде графита. В серых чугунах графитовые включения находятся в металлической основе (матрице). Структура матрицы может быть феррит, феррит + перлит, перлит в зависимости от содержания углерода и условий кристаллизации отливок (рисунок 6.9).

Серый обычный чугун имеет графитные включения пластинчатой формы.

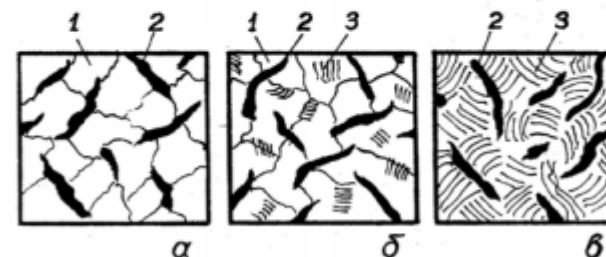


Рисунок 6.9. Схемы микроструктур серого чугуна:
а) – ферритный; б) – перлитно-ферритный; в) – перлитный;
1 – феррит; 2 – пластинчатый графит; 3 – перлит

Серый обычный чугун (благодаря меньшей в сравнении со сталью температурой плавления и наличием в структуре графита) обладает лучшими литейными свойствами. Он имеет хорошую жидкотекучесть и малую усадку. Наличие графита делает его хрупким, т.к. графитные включения нарушают сплошность металлической основы. Их можно рассматривать как готовые трещины в прочной металлической основе чугуна. Низкая пластичность серого чугуна практически не зависит от характера металлической основы. Чугун с перлитной основой более прочен и износоустойчив. Отливки из серого чугуна с пластинчатым графитом составляют до 80 % общего объема чугунолития. Серый обычный чугун – один из наиболее распространенных литейных сплавов. Он маркируется буквами СЧ и цифрами, указывающими нам предел прочности при растяжении, в кгс/мм² или $\times 10$ МПа.

Механические свойства серых чугунов зависят от химического состава. Из таблицы 3 видно, что для получения чугуна с высокой прочностью необходимо уменьшить суммарное содержание углерода и кремния при некотором увеличении содержания марганца. Такое изменение несколько ухудшает литейные свойства.

Таблица 3 – Механические свойства и химический состав серого чугуна по ГОСТ 1412–85

Марка чугуна	Механические свойства		Средний химический состав, %		
	σ_b , МПа (кгс/м)	НВ	Углерод	Кремний	Марганец
	не менее				
Ферритный чугун					
СЧ10	100(10)	120...200	3,6	2,4	0,6
СЧ15	150(15)	130...234	3,6	2,4	0,6
Феррито-перлитный чугун					
СЧ18	180(18)	130...230	3,5	2,0	0,6
Перлитный чугун					
СЧ20	200(20)	143...240	3,4	1,8	0,5
СЧ25	250(25)	155...255	3,3	1,8	0,8
СЧ30	300(30)	163...270	3,1	1,6	0,8
СЧ35	350(35)	179...290	2,95	1,4	0,9

Прочностные свойства серого чугуна при испытании на сжатие значительно лучше, чем при испытании на растяжение и изгиб. Это объясняется концентрацией напряжений возле пластинок графита.

Серый чугун с пластинчатым графитом имеет очень низкую пластичность. Механические свойства чугуна определяются соотношением структурных составляющих – главным образом феррита, перлита и графита. Особенно значительную роль играют количество, форма, размеры и характер распределения включений графита. Включения графита снижают прочность чугуна за счет уменьшения эффективной площади поперечного сечения. Кроме того, они играют роль внутренних концентраторов напряжений. Наряду с этим наличие графита в структуре чугуна обеспечивает такие его качества, как высокую циклическую вязкость и низкую чувствительность к внешним надрезам. Серый обычный чугун является основным конструкционным материалом для изготовления базовых отливок (таблица 4), работающих в условиях знакопеременных нагрузок и вибраций.

Таблица 4 – Применение отливок из серого чугуна.

Марка	Назначение
СЧ10, СЧ15	Малоответственные части сельскохозяйственных, текстильных, швейных машин, станочное литье, радиаторы
СЧ18, СЧ20	Ответственные части тракторов, автомобилей, станков, крупные шкивы и маховики
СЧ25, СЧ30	Ответственные отливки для дизелестроения, блоки автомобильных цилиндров. Поршневые кольца
СЧ30, СЧ35	Высокоответственные отливки: дизельные цилиндры, коленчатые и кулачковые валы, штампы и другие тяжело нагруженные отливки

Высокопрочный чугун (ГОСТ 7293–85)

Высокопрочным называется чугун с шаровидной формой графита. Его получают введением в жидкий серый обычный чугун модификаторов (*Mg, Ce, Li* и др.). Матрица высокопрочного чугуна может быть ферритной, ферритно-перлитной и перлитной (рисунок 6.10).

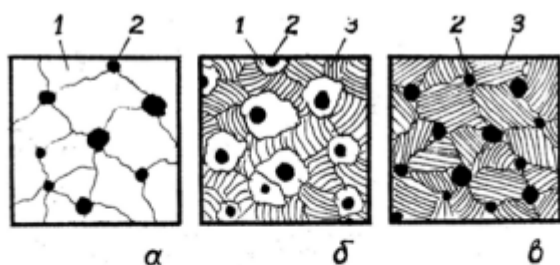


Рисунок 6.10. Схема зарисовки микроструктуры высокопрочного чугуна:
 а) – ферритный; б) – перлитно-ферритный; в) – перлитный;
 1 – феррит; 2 – шаровидный графит; 3 – перлит.

Высокопрочные чугуны маркируются буквами ВЧ и цифрами, указывающими предел прочности при растяжении, в кгс/мм² или х 10 МПа.

Существуют следующие основные марки высокопрочных чугунов (см. таблицу 5). Ферритные чугуны ВЧ35 и ВЧ40 характеризуются умеренной прочностью и высокой пластичностью. Перлитно-ферритные чугуны ВЧ45 и ВЧ50 имеют более высокую прочность, но существенно меньшую пластичность. Требуемые свойства чугунов этих двух классов получают непосредственно в литом состоянии без термической обработки. Перлитные чугуны ВЧ60, ВЧ70, ВЧ80 и ВЧ100 при значительно более высокой прочности, чем у перлитно-ферритных чугунов, имеют практически равную пластичность.

Таблица 5 – Механические свойства и химический состав высокопрочного чугуна по ГОСТ 7293–85

Марка чугуна	Механические свойства				Средний химический состав, %		
	σ_B , МПа (кгс/мм ²)	σ_T , МПа (кгс/мм ²)	δ , %	НВ	Углерод	Кремний	Марганец
Ферритный чугун							
ВЧ35	350(35)	220(22)	22	140...170	2,7...3,8	0,8...2,9	0,2...0,6
ВЧ40	400(40)	250(25)	15	140...202	2,7...3,8	0,5...2,9	0,2...0,6
Перлитно-ферритный чугун							
ВЧ45	450(45)	340(34)	10	140...225	2,7...3,8	0,5...2,9	0,3...0,7
ВЧ50	500(50)	320(32)	7	153...245	2,7...3,7	0,8...2,9	0,3...0,7
Перлитный чугун							
ВЧ60	600(60)	370(37)	3	192...277	3,0...3,6	2,4...2,8	0,4...0,7
ВЧ70	700(70)	420(42)	2	228...302	3,0...3,6	2,6...2,9	0,4...0,7
ВЧ80	800(80)	480(48)	2	248...351	3,2...3,6	2,6...2,9	0,4...0,7

ВЧ100	1000(100)	700(70)	2	270...360	3,2...3,6	3,0...3,8	0,4...0,7
-------	-----------	---------	---	-----------	-----------	-----------	-----------

Высокопрочный чугун находит применение в различных областях промышленности и сельского хозяйства (таблица 6).

Таблица 6 – Области применения высокопрочного чугуна

Марка чугуна	Наименование детали
ВЧ40	Корпус барабана механизма подъема крана, букса колеса приводного крана, букса колеса электрического крана
	Поршень, крестовина, корпус гидротурбины, статор, сепаратор, корпус клапана паровой турбины
ВЧ50	Коленчатый вал судового двигателя. Коленчатый вал двигателя электростанции. Коленчатый вал двигателя СДР 30/50
ВЧ60	Коленчатый вал автомобиля «Ваз». Коленчатый вал автомобиля «Волга»
ВЧ70	Коленчатый вал трактора и комбайна. Цилиндрические, конические шестерни, зубчатый венец канатного барабана, шестерни угольной дробилки

Ковкий чугун (ГОСТ 1215–79)

Ковким называется чугун с хлопьевидным или компактным графитом, получаемый путем отжига белого чугуна определенного химического состава. Матрица может быть перлитная, ферритная, перлитно-ферритная. Маркировка ковкого чугуна производится буквами КЧ и двумя числами, из которых первое обозначает предел прочности при растяжении (в кгс/мм² или х10 МПа), а второе – относительное удлинение (в %). Существуют следующие марки ковких чугунов (таблица 7). Рекомендуемый химический состав ковкого чугуна отличается пониженным содержанием графитизирующих элементов углерода (2,4...2,9 %) и кремния (1,0...1,6 %). Это объясняется необходимостью получения в литом состоянии полностью отбеленного чугуна по всему сечению отливки.

По уровню свойств ковкий чугун занимает промежуточное положение между серым чугуном и сталью. При этом он выгодно отличается от стали лучшими литейными свойствами, а от серого чугуна – более высокой вязкостью и пластичностью. Это обстоятельство послужило причиной для получения названия «ковкий», хотя никаким процессамковки этот чугун не подвергается.

Таблица 7 – Механические свойства и химический состав ковкого чугуна

Марка чугуна	Механические свойства			Средний химический состав, %		
	σ_n , МПа (кгс/мм ²)	δ , %	НВ	Углерод	Кремний	Марганец
Ферритные чугуны						
КЧ30 - 6	300(30)	6	100...163	2,7	1,3	0,5
КЧ33 - 8	330(33)	8	100...163	2,7	1,3	0,5
КЧ36 - 10	360(36)	10	100...163	2,6	1,2	0,4
КЧ37 - 12	370(37)	12	100...163	2,5	1,2	0,3
Феррито-перлитные чугуны						
КЧ45 - 6	450(45)	7	150...207	2,6	1,2	0,6
КЧ50 - 5	500(50)	5	170...230	2,6	1,2	0,6
КЧ55 - 4	550(55)	4	192...241	2,6	1,2	0,6
Перлитные чугуны						
КЧ60 - 3	600(60)	3	200...269	2,6	1,2	0,6
КЧ65 - 3	650(65)	3	212...269	2,5	1,3	0,6
КЧ70 - 2	670(70)	2	241...285	2,5	1,3	0,6
КЧ80 - 1,5	800(80)	1,5	270...320	2,5	1,3	0,6

Графитизирующий отжиг является обязательной операцией технологического процесса получения отливок из КЧ (рисунок 6.11). Основная цель отжига обеспечить графитизацию всего цементита и получение чисто ферритной матрицы, либо частичная графитизация первичного цементита.

Основные преимущества ковкого чугуна заключаются в однородности его свойств по сечению отливки, отсутствии напряжений в отливках и сочетании высоких механических свойств с хорошей обрабатываемостью резанием.

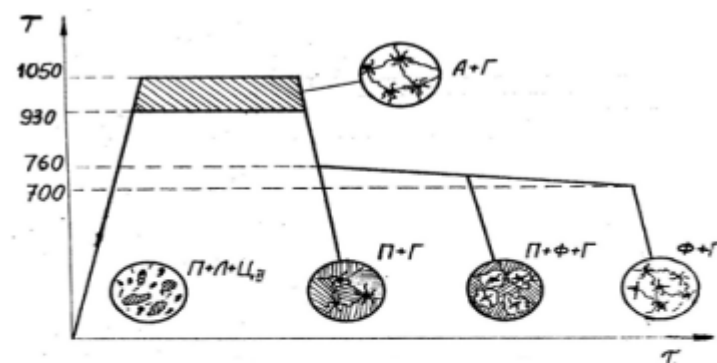


Рисунок 6.11. Режим отжига белого чугуна на ковкий.

Ковкий чугун используется во многих отраслях машиностроения преимущественно для отливок толщиной стенки 5...50 мм, что вызвано необходимостью получения полного отбела по всему сечению отливки. Из него изготавливают мелкие передние фасонные отливки, работающие в условиях динамических знакопеременных нагрузок: детали приводных механизмов, коробок передач, детали шасси в автотракторном машиностроении, коллекторы, рычаги и т.д.

Порядок выполнения работы

1. Получить наборы шлифов углеродистых сталей и чугунов.
2. Рассмотреть на микроскопе МИМ-7 при увеличении $\times 240$ шлифы образцов доэвтектоидной, эвтектоидной, заэвтектоидной сталей; белого, серого, ковкого и высокопрочного чугунов.
3. Зарисовать схематично просмотренные микроструктуры сталей и чугунов, используя приведенные схемы структур.
4. Изучить классификацию, маркировку, свойства и применение углеродистых сталей и чугунов.
5. Сделать выводы по работе.

Приборы и оборудование

1. Микроскоп МИМ-7.
2. Набор шлифов углеродистых сталей.
3. Набор шлифов чугунов.
4. Фотографии и плакаты микроструктур углеродистых сталей и чугунов.

Содержание отчета

1. Цель работы
2. Краткие сведения об углеродистых сталях и чугунах, классификация и маркировки углеродистых сталей и чугунов
3. Схемы микроструктур углеродистых сталей и чугунов.
4. Выводы по работе.
5. Список использованной литературы

Контрольные вопросы

1. Что такое сталь?
2. Какие имеются постоянные примеси в сталях?
3. Как влияют постоянные примеси на свойства сталей?
4. Как классифицируются стали по способу производства?
5. Как классифицируются стали по химическому составу?
6. Как классифицируются стали по назначению?
7. Как классифицируются стали по качеству?
8. Как подразделяются углеродистые стали по структуре?
9. На какие группы подразделяются углеродистые стали обыкновенного качества?
10. Как маркируются углеродистые стали обыкновенного качества?
11. Как маркируются конструкционные качественные стали?
12. Где применяются конструкционные качественные стали?
13. Как маркируются углеродистые инструментальные стали?
14. Что такое легированная сталь?
15. Что такое чугун?
16. Какие чугуны являются белыми?
17. Какие существуют структуры белых чугунов?
18. Какие чугуны являются серыми?
19. Как подразделяются серые чугуны в зависимости от формы графита?
20. Какие существуют структуры серых чугунов?
21. Как маркируются серые чугуны?
22. Какие чугуны считаются высокопрочными?
23. Какие чугуны считаются ковкими?