**Лабораторная работа № 2**

**«Ознакомление со структурой и свойствами**

**сталей и чугунов»**

**Цель работы:** Изучить классификацию,микро-структуру, свойства и назначение сталей и чугунов.

* + 1. **КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ**
  + машиностроении используются детали из заго-товок, полученных способами обработки давлением или литьем. Широкое применение имеют стали и чугуны. Стали являются деформируемым материалом, иногда применяется стальное литье. Чугуны представляют со-бой, как правило, литейные материалы. Примеры ис-пользования этих материалов даны ниже. Легковой ав-томобиль среднего класса массой 1000…1100 кг имеет детали из разных сталей, составляющие 57…60 % его массы (США, Западная Европа). В станкостроении об-щая масса чугунных деталей равна в среднем 70…80 % от массы металлорежущего станка.

Основу химического состава сталей и чугунов со-ставляет железо с добавками углерода менее 2,14 % (ста-ли) или более 2,14 % (чугуны). У многих марок этих ма-териалов дополнительно содержатся легирующие хими-ческие элементы (хром, кремний, марганец, никель, мо-либден и др.). Перечень основных видов сталей и чугу-нов по государственным стандартам приведен в табл. 3 и

1. В машиностроении преимущественно применяются

конструкционные стали и отливки из чугунов, ис-

пользуемые для изготовления деталей машин и различ-ных сооружений, и инструментальные стали для металл-орежущих, штамповых, измерительных и других ин-струментов.

При изучении строения и определении качества металлических материалов в материаловедении широко используется микроструктурный анализ.

**Микроанализ** -изучение строения поверхностейшлифованных, полированных и протравленных образцов - микрошлифов с помощью металлографических оптиче-ских микроскопов при увеличениях обычно от 100 до 1000.

Наблюдаемое при этом строение поверхности

шлифа называется ***микроструктурой.*** Микроструктура разных по химическому составу мате-риалов и после их различной обработки отличается по размеру, геометрической форме, цвету, взаимному рас-положению отдельных структурных составляющих

Микроанализ основан на использовании законов отражения и поглощения световых лучей от поверхности непрозрачных металлических материалов (рис. 3). Поли-рованная металлическая поверхность отражает направ-ленные на нее перпендикулярно световые лучи и видна в окуляр микроскопа как светлая. При наличии в материа-ле неметаллических составляющих структуры они видны как темные, так как поглощают световые лучи.

Стали, получаемые кислородно - конверторным, электросталеплавиль-ным и другими способами, содер-жат ***неметаллические включения.*** Это химические со-

единения металлов (железа, алюминия, и др.) с неметал-лами (серой, кислородом, азотом и др.).

Таблица 3. Перечень основных разновидностей сталей по государственным стандартам

|  |  |
| --- | --- |
| №№ ГОС- | Наименование стандарта |
| Та |  |
| 380-88 | Сталь углеродистая обыкновенного каче- |
| 535-88 | ства. Марки. |
|  | Прокат сортовой и фасонный из стали угле- |
| 1050-88 | родистой обыкновенного качества. Общие |
|  | технические условия. |
|  | Прокат сортовой, калиброванный со специ- |
| 1414-75Е | альной отделкой поверхности из углероди- |
|  | стой качественной конструкционной стали. |
| 1435-90 | Общие технические условия. |
|  | Прокат из конструкционной стали высокой |
| 4543-71 | обрабатываемости резанием. Технические |
|  | условия |
| 5632-72 | Прутки, полосы и мотки из инструменталь- |
|  | ной нелегированной стали |
| 5950-73 | Прокат из легированной конструкционной |
|  | стали. Технические условия |
| 14959-79 | Стали высоколегированные и сплавы корро- |
|  | зионностойкие, жаростойкие и жаропроч- |
| 19265-73 | ные. Марки. |
|  | Прутки и полосы из инструментальной ле- |
|  | гированной стали. Технические условия |
|  | Прокат из рессорно-пружинной углероди- |

стой и легированной стали. Технические условия.

Прутки и полосы из быстрорежущей стали.

Технические условия.

Таблица 4. Перечень основных разновидностей чугунов по государственным стандартам

|  |  |
| --- | --- |
| №№ ГОС- | Наименование стандарта |
| Та |  |
| 1215-79 | Отливки из ковкого чугуна. Общие техни- |
| 1412-85 | ческие условия. |
| 1585-85 | Чугун с пластинчатым графитом для отли- |
| 7293-85 | вок. Марки. |
| 7769-82 | Чугун антифрикционный для отливок. Мар- |
|  | ки. |
| 28394-89 | Чугун с шаровидным графитом для отливок. |
|  | Марки. |
|  | Чугун легированный для отливок со специ- |
|  | альными свойствами. Марки. |
|  | Чугун с вермикулярным графитом для от- |
|  | ливок. Марки. |

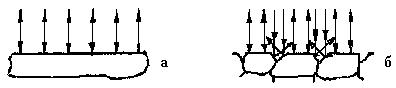


Рис. 3. Схема отражения световых лучей от по-верхности полированного (а) и подвергнутого травле-

нию (б) микрошлифа.

Основными видами неметаллических включений

в стали по ГОСТ 1778-70 являются оксиды, сульфиды, силикаты, нитриды и карбонитриды (MnS, SiO2, TiN, nFeO **** mMnO **** pSiO2 и др.). Оксиды и нитри-ды являются хрупкими и при прокатке стали располага-ются в виде строчек или рассредоточенных точечных ча-стиц. Пластичные сульфиды получают форму продолго-ватых линз. Силикаты имеют сложный химический со-став и могут быть пластичными или хрупкими.

После травления шлифа химическим реактивом различные структурные составляющие материала рас-творяются в разной степени, т.е. возникает некоторый рельеф поверхности (наличие выступающих и углуб-ленных участков). На отдельных участках этого рельефа световые лучи отражаются в разной степени и участки поверхности шлифа видны в окуляр как светлые и тем-ные различных оттенков.

Данные о фазовом строении и структуре матери-алов в равновесном состоянии получают из приведенных

* учебниках и справочниках диаграмм состояния. Такие диаграммы состояния в координатах «температура - хи-мический состав» содержат информацию о фазах (пер-вичных составляющих микроструктуры), имеющихся в отдельных областях диаграмм, разделенных сплошными линиями. Эти данные относятся к равновесному состоя-

нию сплавов. Применительно к сталям и чугунам диа-

грамма состояния железо – углерод дана на рис. 4.

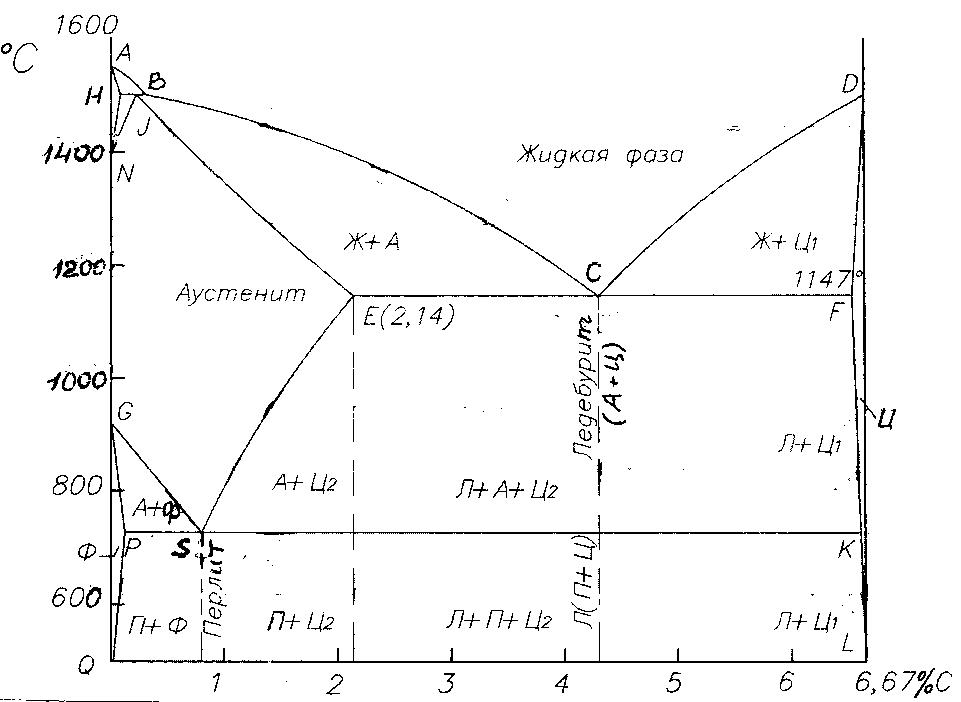


Рис. 4. Диаграмма состояния железо – углерод

Метастабильная диаграмма состояния железо-углерод относится к случаю полной растворимости ком-понентов в жидком состоянии выше линии ликвидуса

ABCD и ограниченной растворимости углерода в железе

* твердом состоянии. У железа наблюдаются два поли-морфных превращения:

tG tN

Fe Fe ; Fe 

Fe

Железо модификаций  и  имеет соответственно кристаллические решетки объемоцентрированного куба (ОЦК) и гранецентрированного куба (ГЦК). В связи с наличием у железа полиморфных превращений на диа-грамме состояния железо-углерод образуются три обла-сти твердых растворов углерода в железе:

* область NJESGN твердого раствора  (аустенита А), т.е. раствора углерода в Fe (ГЦК);
* две области QPGQ и AHNA твердого раствора  (феррита Ф), т.е. раствора углерода в Fe (ОЦК).

В правой части метастабильной диаграммы состоя-ния железо-углерод имеется узкая область DFKLD твер-дого раствора небольшого количества железа в химиче-ском соединении Fe3C, т.е. цементита Ц.

Следовательно, в сплавах метастабильной диаграм-мы состояния железо-углерод существуют следующие фазы: жидкий раствор углерода в железе, феррит, аусте-нит, цементит. Остальные области диаграммы состоя-ния, ограниченные сплошными линиями, являются двухфазными, т.е. состоят из тех или иных двух фаз.

На диаграмме состояния имеются также горизон-тальные линии трехфазных равновесий при постоянных

температурах, где в равновесном состоянии существуют по три фазы:

* линия HJB перитектического превращения:

t

HJB

Жв + Фн  АJ

* линия ECF эвтектического превращения:

t

ECF

Жc е (Ае + ЦF) (эвтекти-

ка-ледебурит Л)

* линия PSK эвтектоидного превращения:

t

PSК

АS  е (Фр + ЦК) (эвтекто-

ид - перлит П)

* сплавах железо – углерод - кремний в зависимо-сти от количества углерода и кремния, численной вели-чины скорости охлаждения существовуют две разновид-ности диаграммы состояния железо-углерод: метаста-бильная (железо-цементит) и стабильная (железо - гра-фит).

У сталей и чугунов в равновесном состоянии име-ются следующие фазы:

**Жидкий раствор (Ж)** на основе железа.

**Феррит (Ф)**-твердый раствор углерода и легирую-щих элементов в железе Fе с кристаллической решеткой объемно-центрированного куба (ОЦК). Феррит имеет твердость НВ 80-90, пластичен (относительное удлине-

ние 50 %).

**Аустенит (А)** -твердый раствор углерода и легиру-ющих элементов в железе Fe с кристаллической решет-кой гранецентрированного куба (ГЦК).

**Цементит (Ц)** -раствор небольшого количества же-леза в карбиде железа Fe3C.

Образуются также и более сложные струк-турные составляющие из двух фаз, наблюдаемые в микроструктуре:

**Перлит (П)** в виде темных(коричневых)участков,состоящий из ферритной основы и кристаллов цементита пластинчатой формы (пластинчатый перлит). Он образу-ется при медленном охлаждении в сталях и чугунах в ре-зультате следующего фазового превращения аустенита:

t

psk

А  Ф+Ц(П)

Особой термической обработкой может быть получен зернистый перлит, состоящий из феррита и ча-стиц цементита в форме мелких зерен.

**Ледебурит (Л)** в виде пестрых бело-темных участ-ков, состоящий из белого цементита -основы и темного перлита в виде округлых или удлиненных частиц (ниже 727°С). Выше температуры 727°С этот ледебурит состо-ит из цементита и аустенита :

t

ecf

Ж А+Ц(Л)

Многочисленные стали разных марок, отличаю-щиеся химическим составом, по микроструктуре в рав-новесном состоянии разделяются на шесть основных структурных классов (табл. 5). Представление о струк-

турных классах чугунов дает табл. 6 и структурная диа-грамма на рис. 5. Формы включений графита показаны на рис. 6.

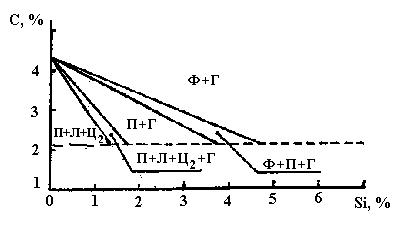
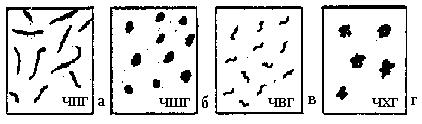


Рис. 5. Структурная диаграмма чугунов (толщина стенки отливки постоянная)



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  | Стали кар- | | |  | CEC2,14 |  |  | Хром, | Перлит, | Инструмен- | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  | бидного | | |  | % |  | вольфрам | | карбиды | тальные | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  | (ледебу- | | |  |  |  | (до 6…12 | | первичные | стали | | |  |
| Рис. 6. Характерные геометрические формы вклю- | | | | | |  |  | ритного) | | |  |  |  | %) | | и вторичные |  |  |  |  |
| чений графита в конструкционных чугунах (без травле- | | | | | |  |  |  | класса | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ния шлифов): а - пластинчатая, б - шаровидная, в – вер- | | | | | |  |  |  | Стали | |  |  |  | Никель, | | Аустенит | Коррозион- | | |  |
| микулярная, г - хлопьевидная (компактная). | | | | |  |  |  | аустенит- | | |  |  |  | марганец | | легирован- | но- стойкие | | |  |
| Таблица 2.3. Структурные классы сталей в равновесном | | | | | |  |  |  | ного | |  | Десятые |  |  | (до | ный | стали. Жа- | | |  |
|  |  |  | класса | |  | доли % и |  | 13…20 %) | |  | ропрочные | | |  |
|  |  | состоянии | |  |  |  |  |  |  |  |  | менее |  |  |  |  | стали | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Стали | |  |  |  | Кремний, | | Феррит | Электро- | | |  |
| Структур- | Химический состав | | | Микро- | Типовое |  |  |  | ферритно- | |  |  |  |  | хром | легирован- | технические | | |  |
| ный класс |  |  |  | структура | применение |  | го класса | | | |  |  |  |  |  | ный | стали. Кис- | | |  |
| стали | Углерод |  | Типичные |  | в машино | - | | | |  |  |  |  |  |  |  | лотостойкие | | |  |
|  | С |  | легирую- |  | строении |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | стали | | |  |
|  |  |  | щие эле- |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | менты |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Доэвтекто- | СрССs |  | Cr, Mn, | Феррит + | Конструк | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| идные ста- |  |  | Ni и др. | перлит | ционные | | |  | Таблица 6. Типичные структурные классы чугунов | | | | | | | | |  |  |  |
| ли |  |  |  |  | стали | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Эвтекто- | C= Сs |  | Cr, W, V | Перлит | Инструмен | | - | | Структурный класс чугу- | | | | |  | Микроструктура | |  |  |  |  |
| идные ста- |  |  | и др. |  | тальные | |  |  |  |  | на | | |  |  |  |  |  |  |  |
| ли |  |  |  |  | стали | |  | Белые чугуны: | | | | | |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Заэвтекто- | СsCCE |  | Cr | Перлит и | Инструмен | | - - | | | доэвтектические | | | |  | Ледебурит, перлит и карбиды | | | |  |  |
| идные ста- |  |  |  | карбиды | тальные | |  |  |  | (СЕCCС) | | | |  | вторичные | |  |  |  |  |
| ли |  |  |  | вторичные | стали | |  |  | - эвтектический (С= | | | | |  | Ледебурит | |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | CС) |  |  |  |  | Ледебурит и карбиды пер- | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  | - | | заэвтектические (CС | | | | | вичные |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | CCF) | | | |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Половинчатые чугуны | Ледебурит, перлит, вторич- | | | |  |  | Углеродистые | | конструкцион- |  | 321…676 | 2…15 | |  |
|  |  | ный цементит и графит | | |  |  |  | ные стали | |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  | Конструкционные чугуны: | | |  |  |  |  |  |
|  | Чугуны с пластинчатым | Перлит и графит; феррит, | | | |  |  | - | с пластинчатым графи- | |  |  | 0,2…1, | |  |
|  | графитом ЧПГ | перлит и графит | | |  |  |  |  | том ЧПГ |  |  |  | 1 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  | - | с вермикулярным гра- | |  |  | 2,0…6, | |  |
|  | Чугуны с шаровидным | Перлит и графит; перлит, | | | |  |  |  | фитом ЧВГ | |  |  | 0 |  |  |
|  | графитом ВЧШГ | феррит и графит; | | |  |  |  | - | с хлопьевидным графи- | |  | 100…440 | 2,0…12 | |  |
|  |  | бейнит и графит | | |  |  |  |  | том ЧХГ |  |  | 300…450 | ,0 | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  | - | с шаровидным графи- | |  | 300…630 | 2,0…17 | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | том ВЧШГ | |  | 350…1000 | ,0 | |  |
|  | Чугуны с вермикулярным | Перлит, феррит, графит вер- | | | |  |  |  |  |
|  |  |  | **2.** | **МАТЕРИАЛЬНО – ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕ-** | | | | | |  |
|  | графитом ЧВГ | микулярный, до 20…30 % | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  | **ЧЕНИЕ РАБОТЫ** | | |  |  |  |
|  |  | графита шаровидного | | |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | В работе используются | | | металлографические | | |  |
|  | Чугуны с хлопьевидным | Феррит и графит; перлит и | | | |  |  |  |  |
|  |  |  | микроскопы и | | коллекции микрошлифов. Микроскопы | | | | |  |
|  | (компактным) графитом | графит | | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | выпускаются различной конструкции. Основными их ча- | | | | | | |  |
|  | ЧХГ |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  | стями являются: основание, корпус, предметный столик | | | | | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Сведения о характерных механических свойствах | | | | | | |  |
|  | для установки микрошлифа, механизмы грубой фокуси- | | | | | | |  |
|  | углеродистых сталей и конструкционных чугунов приве- | | | | | | |  |
|  | ровки с макровинтом и микроподачи с микровинтом для | | | | | | |  |
|  | дены в табл. 7. |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  | точной наводки на фокус, оптическая система, освети- | | | | | | |  |
|  | Таблица 7. Механические свойства сталей и чугунов | | | | | | |  |
|  | тель. |  |  |  |  |  |  |  |
|  | (без упрочняющей термической обработки) | | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | Способность оптической | | | системы микроскопа | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  | изображать раздельно две точки (разрешающая способ- | | | | | |  |  |
|  | Наименование матери- | | Механические свой- | | | | |  |
|  | ность , мкм) определяется по формуле: | | | | |  |  |  |
|  | ала |  | ства | |  |  |  |  |  |  =  / 2А ; (А = n sin (/2)), | | |  |  |  |
|  |  |  | предел прочно- |  | относи- | |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | где  - длина волны световых лучей, мкм; n - по- | | | | |  |  |
|  |  |  | сти при растяже- |  | тельное | |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | казатель преломления световых лучей средой, находя- | | | | | |  |  |
|  |  |  | нии, МПа |  | удлинение, | |  |  |  |
|  |  |  |  |  | щейся между поверхностью микрошлифа и объективом | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  | % |  |  | микроскопа; - отверстный угол объектива; А - числовая | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

апертура микроскопа (обычно А= 0,17…1,25). При А = 1,25 и = 0,55 мкм для видимых лучей спектра микро-скоп позволяет видеть структурные составляющие раз-мером  = 0,2 мкм.

1. **ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ И**

**ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАН-**

**НЫХ**

Практическая часть работы заключается в изуче-нии микроструктуры сталей и чугунов, как правило, при увеличении микроскопа х100, а в некоторых случаях до х600. Студентам предоставляются лабораторные коллек-ции микрошлифов, подготовленные для исследований.

Предварительно студенты знакомятся с устрой-ством и работой микроскопа под руководством препода-вателя и лаборанта. Для рассмотрения микроструктуры шлиф, запрессованный в пластилин на стеклянной пла-стинке, устанавливается на предметный столик микро-скопа. После включения источника света проводится наводка на фокус сначала с помощью макровинта, а за-тем более точно микровинтом. Далее изучается микро-структура шлифов типовых сплавов, описание которых дано в табл. 8. С помощью описания, схем микрострук-тур (рис. 7) и находящихся в лаборатории фотографий устанавливают, какие структурные составляющие имеет каждый образец, наименование, состав и структурный класс.

Более подробная оценка микроструктуры сталей,

проводится по сле-

дующему государственному стандарту: ГОСТ 8233.

Сталь. Эталоны микроструктуры.

Путем сравнения микроструктуры изучаемой стали со шкалами структур ГОСТ, определяется количе-ственная характеристика или номер балла по соответ-ствующему признаку. Применительно к равновесному состоянию сплава использование ГОСТ 8233 позволяет определить процентное соотношение между ферритом и перлитом в доэвтектоидных сталях, соотношение коли-чества пластинчатого и зернистого перлита, дисперс-ность пластинчатого и зернистого перлита. Для оценки неметаллических включений и различных видов неодно-родности микроструктуры в сталях имеются отдельные государственные стандарты: ГОСТ 1763-68, ГОСТ 1778-70, ГОСТ 5640-68.

Классификация чугунных отливок по микро-структуре металлической основы и графитовым включе-ниям ведется по следующему государственному стан-дарту: ГОСТ 3443-87. Отливки из чугуна с различной формой графита. Методы определения структуры.

Имея количественные данные в процентах о площади, занимаемой в шлифе сплава различными структурными составляющими (П - перлит, Ц - цемен-тит, Л - ледебурит, Г - графит), можно выполнить расчет примерного количества .углерода в сталях и чугунах по следующей общей формуле:

С= 0,8П +6,67Ц +4,3Л / 100 + 30Г /100, %

* доэвтектических белых чугунах для определения соотношения между П и Ц принято: если П + Ц2 = 100 %,

то количество П составляет 80 %, а цементита вторично-го 20 % ( П = 4Ц2)

Вычисления по приведенной формуле действи-тельны для сплавов, находящихся в равновесном состоя-нии.

Примеры вычислений:

Сталь доэвтектоидная: 40 % П; 60 % Ф: С = 0,8 **** 40/100 = 0,32 %.

Сталь заэвтектоидная: 88% П; 12 % Ц2:С = 0,8 **** 88/100 +6,67 ****12/100 = 1,50 %.

Чугун ЧПГ: 30 % П; 58 % Ф; 12 % Г: С = 0,8 **** 30/100 + 30 **** I2/100) =3,84 %.

Чугун белый доэвтектический: 40% Л; 60 % (П+Ц2), то есть 48% П и 12% Ц2:

С=0,8 **** 48/100 + 6,67 **** 12/100 + 4,3 **** 40/100 = 2,9 %. Чугун белый заэвтектический: 60 %Ц1;

40%Л:

* = 6,67 **** 60/100 + 4,3 **** 40/100=5,7 %.

Таблица 8. Перечень микрошлифов сталей и чу-гунов из лабораторных коллекций (типовые примеры)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №№ |  | Химический со- | | Струк- | Опи- |
| мик- | Материал | став, % | | турный | сание |
| ро- |  | угле- | другие | класс | мик- |
| шлифа |  | род | компо- |  | ростру |
|  |  | С | ненты |  | ктуры |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

УГЛЕРОДИСТЫЕ СТАЛИ

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. | Углеродистая | 0,20 | - | Доэвтек- | Свет- |
|  | качественная |  |  | тоидная | лые |
|  | конструкционная |  |  | сталь | зерна |
|  | сталь 20, |  |  |  | фер- |
|  | ГОСТ 1050-88 |  |  |  | рита и |
|  |  |  |  |  | тем- |
|  |  |  |  |  | ные |
|  |  |  |  |  | участ- |
|  |  |  |  |  | ки |
|  |  |  |  |  | пер- |
|  |  |  |  |  | лита |
| 3. | Инструменталь- | 0,80 | - | Эвтекто- | Пер- |
|  | ная нелегирован- |  |  | идная | лит |
|  | ная сталь У8, |  |  | сталь | пла- |
|  | ГОСТ 1435-90 |  |  |  | стин |
|  |  |  |  |  | ча- |
|  |  |  |  |  | тый |
| 4. | Инструменталь- | 0,80 | - | Эвтекто- | Пер- |
|  | ная нелегирован- |  |  | идная | лит |
|  | ная сталь У8, |  |  | сталь | зерни- |
|  | ГОСТ 1435-90, |  |  |  | стый |
|  | после отжига |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  | Инструменталь- | 1,00 | - | Заэвтек- | Тем- |
| 5. | ная нелегирован- |  |  | тоидная | ные |
|  | ная сталь У10, |  |  | сталь | участ- |
|  | ГОСТ 1435-90 |  |  |  | ки |
|  |  |  |  |  | пер- |
|  |  |  |  |  | лита и |

свет-

лая

тонкая

сетка

вто-

рич-

ного

це-

мен-

тита

КОНСТРУКЦИОННЫЕ СТАЛИ С СТРУКТУРНЫМИ НЕОДНОРОДНОСТЯМИ

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 7. | Сталь конструк- | 0,40 | - | Доэвтек- | Круп- |
|  | ционная после |  |  | тоидная | ные |
|  | перегрева |  |  | сталь | тем- |
|  |  |  |  |  | ные |
|  |  |  |  |  | участ- |
|  |  |  |  |  | ки |
|  |  |  |  |  | пер- |
|  |  |  |  |  | лита и |
|  |  |  |  |  | свет- |
|  |  |  |  |  | лая |
|  |  |  |  |  | широ- |
|  |  |  |  |  | кая |
|  |  |  |  |  | сетка |
|  |  |  |  |  | фер- |
|  |  |  |  |  | рита |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 8. | Сталь кон- | 0,2 | - | Доэв- | Перлит и |
|  | струкционная | 5 |  | текто- | феррит |
|  | с полосчато- |  |  | идная | располо- |
|  | стью феррито- |  |  | сталь | жены в |
|  | перлитной |  |  |  | виде чере- |
|  | структуры |  |  |  | дующихся |
|  |  |  |  |  | полос. |
| 9. | Сталь инстру- | 0,8 | - | Эвтек- | Перлит в |
|  | ментальная с | 0 |  | тоид- | сердце- |
|  | обезуглерожи- |  |  | ная | вине, |
|  | ванием по- |  |  | сталь | феррит и |
|  | верхностного |  |  |  | перлит в |
|  | слоя |  |  |  | поверх- |
|  |  |  |  |  | ностном |
|  |  |  |  |  | слое |
| ОБРАЗЕЦ СТАЛИ С НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИМИ | | | | | |
|  | ВКЛЮЧЕНИЯМИ | | | |  |
| 10. | Сталь с неме- | дан- | - | - | Темные |
|  | таллическими | ных |  |  | неметал- |
|  | включениями | нет |  |  | лические |
|  | (полирован- |  |  |  | включе- |
|  | ный шлиф без |  |  |  | ния, вытя- |
|  | травления) |  |  |  | нутые по |
|  |  |  |  |  | направле- |
|  |  |  |  |  | нию де- |
|  |  |  |  |  | формации |
|  | ЛЕГИРОВАННЫЕ СТАЛИ | | | |  |
|  |  |  |  |  |  |

Продолжение табл. 8.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 34. | Легированная | 0,4 | 0,8…1,1 | Доэв- | Темные |
|  | конструкци- | 0 | Cr | тек- | участки |
|  | онная сталь |  |  | тоид- | перлита и |
|  | 40Х, |  |  | ная | светлый |
|  | ГОСТ 4543-71 |  |  | сталь | феррит |
|  |  |  |  |  |  |
| 38. | Инструмен- | 2,0 | 11,5…1 | Сталь | Перлит |
|  | тальная леги- |  | 3,0 Cr | кар- | мелкозер- |
|  | рованная сталь |  |  | бидно- | нистый, |
|  | Х12, |  |  | го | крупные |
|  | ГОСТ 5950-73 |  |  | класса | белые пер- |
|  |  |  |  |  | вичные |
|  |  |  |  |  | карбиды и |
|  |  |  |  |  | более мел- |
|  |  |  |  |  | кие вто- |
|  |  |  |  |  | ричные |
|  |  |  |  |  | карбиды |
| 39. | Коррозионно- | ме | 16…18 | Сталь | Светлые |
|  | стойкая сталь | нее | Cr | фер- | зерна ле- |
|  | 12Х17, | 0,1 |  | ритно- | гирован- |
|  | ГОСТ 5632-72 | 2 |  | го | ного фер- |
|  |  |  |  | класса | рита |
|  |  |  |  |  |  |
| 40. | Коррозионно- | ме | 17…19 | Сталь | Светлые |
|  | стойкая сталь | нее | Cr; | аусте- | зерна ле- |
|  | 12Х18Н10Т, | 0,1 | 9…11 | нитно- | гирован- |
|  | ГОСТ 5632-72 | 2 | Ni; | го | ного |
|  |  |  | не более | класса | аустенита |
|  |  |  | 0,5 Ti |  |  |

Продолжение табл. 8.

ЧУГУНЫ

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 12. | Белый заэвтек- | 5,1 | данных | Чугун | Темно- |
|  | тический чугун |  | нет | белый | белые |
|  |  |  |  |  | участки |
|  |  |  |  |  | ледебури- |
|  |  |  |  |  | та и свет- |
|  |  |  |  |  | лые пла- |
|  |  |  |  |  | стины |
|  |  |  |  |  | первично- |
|  |  |  |  |  | го |
|  |  |  |  |  | цементита |
| 14. | Чугун ЧПГ | 3,4 | 2,2Si ; | Чугун с | Темный |
|  | марки СЧ15, |  | 0,7 Mn | пла- | перлит, |
|  | ГОСТ 1412-85 |  |  | стинча- | светлый |
|  |  |  |  | тым | феррити |
|  |  |  |  | графи- | тонкие |
|  |  |  |  | том | черные |
|  |  |  |  |  | пластины |
|  |  |  |  |  | графита |
| 16. | Чугун ЧХГ | 2,7 | 1,2Si ; | Чугун с | Светлые |
|  | марки КЧ30- |  | 0,5 Mn | хлопье- | зерна фер- |
|  | 6,ГОСТ 1215-79 |  |  | видным | рита и тем- |
|  |  |  |  | графи- | ный хло- |
|  |  |  |  | том | пьевидный |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | (компакт- |
|  |  |  |  |  | ный) гра- |
|  |  |  |  |  | фит |
| 18. | Чугун ВЧШГ | 3,5 | 2,1Si ; | Чугун с | Темный |
|  | марки ВЧ 60, |  | 0,6 Mn | шаро- | перлит, |
|  | ГОСТ 7293-85 |  |  | видным | светлый |
|  |  |  |  | графи- | феррит и |
|  |  |  |  | том | черный |
|  |  |  |  |  | шаровид- |
|  |  |  |  |  | ный графит |

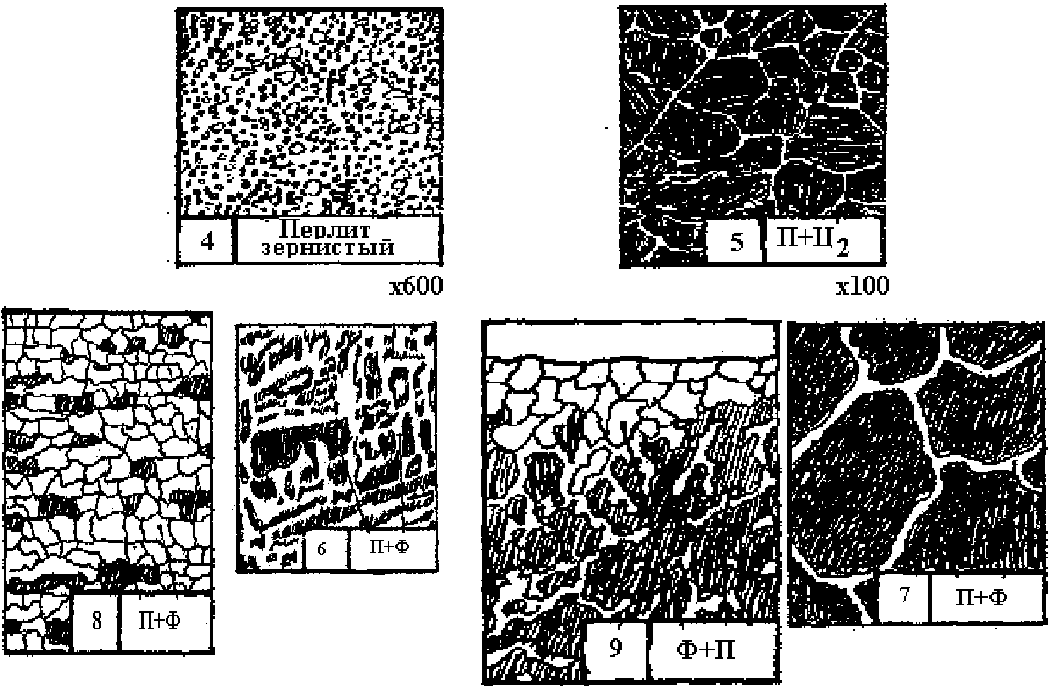


Рис. 7. Схемы микроструктур сталей и чугунов

1. **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

Итоги проведенной работы оформляют в отчете, который должен содержать следующие разделы:

1.Цель работы.

2.Оборудование, приборы и материалы, использо-ванные при выполнении работы.

3.Теоретические положения: понятие о микроанализе

* микроструктуре. Характеристика фаз и структурных составляющих сталей и чугунов. Перечисление струк-турных классов сталей и чугунов.

4.Методика проведения работы и полученные резуль-таты. Зарисовка схем микроструктур всех изученных сплавов, наименование и марка материала, составляю-щие структуры, химический состав.

* + конце занятия преподаватель путем устного опроса проверяет усвоение знаний студентами по вопро-сам для самопроверки.

Оформленные отчеты проверяются и подписыва-ются преподавателем.

**ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К РАБОТЕ И СА-**

**МОПРОВЕРКИ**

1.Понятие микроанализа и микроструктуры материа-

лов.

2.Какие основные части имеет металлографический микроскоп?

3.В какой последовательности проводится рассмот-рение микрошлифа и изучение микроструктуры?

4.Что понимается под числовой апертурой микроско-па?

5.Из каких химических элементов (компонентов) со-стоят стали и чугуны?

6.Что представляют собой феррит, цементит, перлит, ледебурит?

7.Какие структурные классы имеют стали и чугуны?

8.Какую геометрическую форму имеют включения графита в чугунах

ЧПГ, ВЧШГ, ЧХГ, ЧВГ?

1. Применение и механические свойства сталей и чу-гунов.