

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Технологии машиностроения»

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ.
ТЕХНОЛОГИЯ
КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Методические указания
к выполнению лабораторных работ № 5 - 8
по дисциплине «Материаловедение»
для студентов Политехнического института
и Института ядерной энергии и промышленности
дневной и заочной форм обучения

В двух частях

Часть 2

Севастополь
СевГУ
2022

УДК 669.018.29(076.5)

ББК 34.43я73

М34

Р е ц е н з е н т :

П.А. Новиков - канд. техн. наук, доцент,
доцент кафедры «Технологии машиностроения»

Составители: Л. Б. Шрон, Э. С. Гордеева, А. Г. Колесов, В. Б. Богуцкий

М34 Материаловедение. Технология конструкционных материалов : методические указания к выполнению лабораторных работ № 5 - 8 по дисциплине «Материаловедение» для студентов Политехнического института и Института ядерной энергии и промышленности дневной и заочной форм обучения. – В 2-х частях. Ч. 2 / Севастопольский государственный университет, Политехнический институт, кафедра «Технология машиностроения» ; сост. : Л. Б. Шрон, Э. С. Гордеева, А. Г. Колесов, В. Б. Богуцкий. – Севастополь : СевГУ, 2022. – 20 с. – Текст : электронный.

Целью издания методических указаний является помощь студентам при выполнении лабораторных работ № 5 - 8 (часть 2) по дисциплине «Материаловедение. Технология конструкционных материалов» для студентов Политехнического института дневной и заочной форм обучения направлений подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 15.03.04 - Автоматизация технологических процессов и производств, 12.03.01 - Приборостроение, 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии, 19.03.04 - Технология продукции и организация общественного питания, 20.03.01 - Техносферная безопасность, 23.03.01 - Технология транспортных процессов, 23.03.03 - Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, 27.3.1 - Стандартизация и метрология, Института ядерной энергии и промышленности дневной и заочной форм обучения направлений подготовки: 0.03.02 - Природообустройство и водопользование, 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника, 14.05.02 - Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг, 16.03.03 - Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения, 18.03.01 - Химическая технология.

УДК 669.018.29(076.5)

ББК 34.43я73

Методические указания обсуждены и утверждены на заседании кафедры «Технологии машиностроения», протокол № 9 от 12 апреля 2022 г.

Лабораторная работа № 5

ИЗУЧЕНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ В ОТОЖЖЕННОМ СОСТОЯНИИ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить микроструктуры и их влияние на свойства углеродистых сталей в отожженном состоянии.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Сплавы железа с углеродом, содержащие менее 2,14 % углерода, называются сталями.

2.1. Основные фазы и структурные составляющие сталей в отожженном (равновесном) состоянии

В зависимости от температуры и содержания углерода стали образуют различные фазы и структурные составляющие.

Таблица 1 – Структурные составляющие стали и их механические свойства

Структура	Физическая природа	Содержание углерода	Уровень механических свойств			
			НВ	σ_b , МПа	δ , %	Ударная вязкость
Феррит	Твердый раствор углерода в α -железе	$\leq 0,006$ при 20°C $\leq 0,02$ при 727°C	≈ 80	≈ 250	≈ 40	вязкий
Аустенит	Твердый раствор углерода в γ -железе	$\leq 0,8$ при 727°C $\leq 2,14$ при 1147°C	≈ 160	≈ 700	≈ 60	вязкий
Цементит	Химическое соединение Fe_3C	6,7	> 800	низкие	низкие	очень хрупкий
Перлит	Эвтектоидная смесь феррита (88 %) и цементита (12 %)	0,8	≈ 200	≈ 800	≈ 15	хрупкий

Жидкая фаза – жидкий раствор углерода в железе. Твердые фазы и структурные составляющие:

Феррит (Ф) Имеет ОЦК решётку.

Аустенит (А) Имеет ГЦК – решётку, является высокотемпературной фазой, он существует только при температуре выше 727°C .

Цементит (Ц) В зависимости от условий существования различают цементит:

- первичный, который образуется из жидкости при затвердевании расплава;
- вторичный – образуется при распаде аустенита;
- третичный – образуется при выделении углерода из феррита.

Перлит (П) Он содержит 0,8% С и образуется при 727 °С в результате распада аустенита в процессе его охлаждения.

Феррит, аустенит, цементит, перлит являются структурными составляющими сплавов на основе железа.

2.2. Классификация углеродистых сталей

2.2.1. По содержанию углерода

Низкоуглеродистые $[C] \leq 0,25 \%$.

Среднеуглеродистые $0,25 \% < [C] \leq 0,6 \%$.

Высокоуглеродистые $0,6 \% < [C] < 2,14 \%$.

2.2.2. По равновесной структуре

Доэвтектоидные – $[C] < 0,8 \%$.

Эвтектоидные – $[C] = 0,8 \%$.

Заэвтектоидные – $[C] > 0,8 \%$.

2.2.3. По способу раскисления

Кипящие – раскисленная только [Si].

Полуспокойная – раскисленная [Si], [Mn].

Спокойная – раскисленная [Si], [Mn], [Al].

2.2.4. По качеству в зависимости от содержания вредных примесей серы (S) и фосфора (P).

Обыкновенного качества $[S] \leq 0,050 \%$, $[P] \leq 0,040 \%$.

Качественные $[S] \leq 0,035 \%$, $[P] \leq 0,035 \%$.

Высококачественные $[S] \leq 0,030 \%$, $[P] \leq 0,030 \%$.

Особовысококачественные $[S] \leq 0,015 \%$, $[P] \leq 0,025 \%$.

2.2.5. По назначению

Конструкционные.

Инструментальные.

2.3. Влияние углерода на механические свойства стали в отожженном (равновесном) состоянии

Влияние содержания углерода на механические свойства сталей в отожженном (равновесном) состоянии показано на рисунке 1.

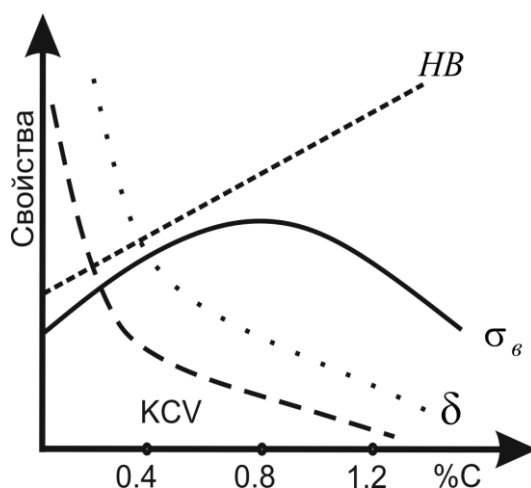


Рисунок 1 – Влияние углерода на механические свойства сталей

2.3.1. С ростом содержания углерода увеличивается твердость HB стали. Это объясняется увеличением количества цементита - самой твердой фазы в стали (по правилу отрезков).

2.3.2. С увеличением содержания углерода до 0,8 % увеличивается прочность (σ_b), так как увеличивается количество перлита в структуре стали. Максимальная прочность достигается при содержании углерода 0,8 % (структура перлит – самая прочная структурная составляющая стали в равновесном состоянии). Снижение прочности стали с содержанием углерода свыше 0,8 % объясняется появлением в структуре заэвтектоидных сталей цементита в виде сетки по границам перлитных зерен.

2.3.3. Снижение пластичности (δ) и ударной вязкости (KCV) объясняется уменьшением количества феррита - самой мягкой, пластичной и вязкой фазы.

3. ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ И НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ

3.1. Микроскоп металлографический 4XB, микроскопы марки МИМ-7.

3.2. Микрошлифы углеродистых сталей в отожженном состоянии.

3.3. Атласы микроструктур сталей № 7.

3.4. Наглядные пособия (стенды):

№1 «Диаграмма состояния железо-углерод».

№2 «Микроструктуры сталей и чугунов в отожженном состоянии».

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1. Изучить настоящие методические указания.

4.2. Изучить микроструктуру микрошлифов марок сталей, указанных в таблице 2. (в 5-6 полях зрения микроскопа по ширине и высоте площади шлифа) и сравнить с микроструктурами, приведенными в атласах и на плакате №2 «Микроструктуры сталей и чугунов в отожженном состоянии».

Таблица 2 – Марки рассматриваемых сталей

Марка стали	Структурные составляющие
08кп	Феррит + следы перлита
30	Феррит + перлит
У8	Перлит
У12	Перлит + цементит (сетка)

4.3. На левой стороне листа отчета зарисовать в квадрате 40х40 мм схемы микроструктур исследуемых микрошлифов с указаниями структурных составляющих. Пример на рисунке 1.

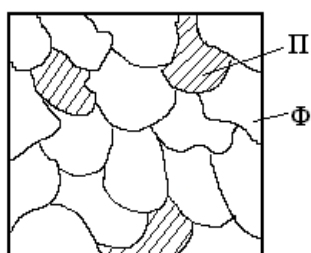


Рисунок 1 – Схема структуры стали 08кп

4.4. Справа от рисунка сделать описание микрошлифа стали по следующему плану:

- 4.4.1. Марка стали;
- 4.4.2. Среднее содержание углерода (в %);
- 4.4.3. Классификация по количеству углерода;
- 4.4.4. Классификация по равновесной микроструктуре;
- 4.4.5. Классификация по способу раскисления;
- 4.4.6. Классификация по качеству;
- 4.4.7. Классификация по назначению;
- 4.4.8. Основные механические и технологические свойства;
- 4.4.9. Область применения.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

5.1. Наименование работы.

5.2. Цель работы.

5.3. Схемы равновесных микроструктур сталей марок 08кп, 30, У8, У12 с обозначением структурных составляющих.

5.4. Описание микроструктур вышеуказанных марок по плану в п. 4.4.

5.5. Выводы по работе.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 6.1. Что такое сталь?
- 6.2. Как классифицируются стали по содержанию углерода?
- 6.3. Как классифицируются стали по равновесной микроструктуре?
- 6.4. Как классифицируются стали по качеству?
- 6.5. Как классифицируются стали по назначению?
- 6.6. Как классифицируются стали по способу раскисления?
- 6.7. Каково влияние углерода на микроструктуру и механические свойства стали?
- 6.8. Что такое феррит и каковы его свойства?
- 6.9. Что такое аустенит и каковы его свойства?
- 6.10. Что такое цементит и каковы его свойства?
- 6.11. Что такое перлит и каковы его свойства?
- 6.12. Как определить микроструктуру сталей в равновесном состоянии?
- 6.13. Практическое значение диаграммы состояния «железо-углерод».

Лабораторная работа № 6

ИЗУЧЕНИЕ ДЕФЕКТОВ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ В ОТОЖЖЕННОМ СОСТОЯНИИ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить дефекты и их влияние на свойства углеродистых сталей в отожженном состоянии.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Различают следующие виды дефектов микроструктуры стали:

Полосчатая (строчечная) структура стали, при которой зерна П (перлита) и Ф (феррита) располагаются слоями; чаще всего она возникает после горячей прокатки при пониженной температуре (недогреве). Сталь с такой структурой обладает повышенной анизотропией свойств, особенно пластичности и вязкости, которые в поперечном направлении значительно ниже, чем в продольном, пониженной холодной штампуемостью и обрабатываемостью резанием. Устраняется гомогенизирующим (диффузионным) отжигом, однако, чаще заготовки с такой структурой бракуются.

Видманштеттова структура примечательна характерным расположением Феррита и Цементита в до- или заэвтектоидной стали – в виде грубых игл или пластинок (рубленной соломы). Возникает в литой или деформированной стали, подвергавшейся очень высокому перегреву в области однородного аустенита. Сталь с такой структурой обладает пониженной пластичностью и, особенно, ударной вязкостью. Устраняется, как и крупное зерно ($\bar{D} > 40$ мкм), повторной аустенизацией стали до оптимальных температур нагрева.

Пережог характерен окислением, а иногда и оплавлением границ зерен; сопровождается появлением ферритной сетки по границам зерен; возникает при чрезмерном перегреве стали (до $1200...1300^{\circ}\text{C}$) во время отжига. Сталь с такой структурой обладает низкой усталостной прочностью и пределом прочности, низкой пластичностью и ударной вязкостью. Заготовки с такой структурой бракуются.

Грубая цементитная сетка возникает при медленном охлаждении горячекатаного проката. Окружая границы зерен Перлита, она резко снижает пластичность и, особенно, ударную вязкость заэвтектоидной стали. Устраняется нормализацией, нередко с прокатного (ковочного) нагрева.

Обезуглероживание – обеднение углеродом поверхностных слоев эвтектоидной и заэвтектоидной стали; сопровождается появлением зерен Феррита. Возникает при взаимодействии углерода стали с кислородом воздуха во время нагрева заготовок или инструментов до высоких температур при ГОМД (горячей обработки металлов давлением) или термообработке. Сопровождается резким понижением твердости, сопротивлением износу при точении и усталостной

прочности металла. Устраняется отжигом в углеродосодержащих средах или шлифованием.

3. ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ И НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ

3.1. Микроскоп металлографический 4ХВ или микроскопы марки МИМ-7

3.2. Микрошлифы.

3.3. Атласы микроструктур сталей №7.

3.4. Плакат «Влияние содержания углерода на механические свойства сталей в отожженном состоянии» и «Диаграмма состояния железо-углерод».

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1. Изучить настоящее методическое указание.

4.2. Изучить дефекты микроструктур микрошлифов из сталей марок 20, 60, У8, У12, используя микроскоп металлографический 4ХВ или микроскопы марки МИМ-7, и сравнить с дефектами, приведенными на рисунке 1.

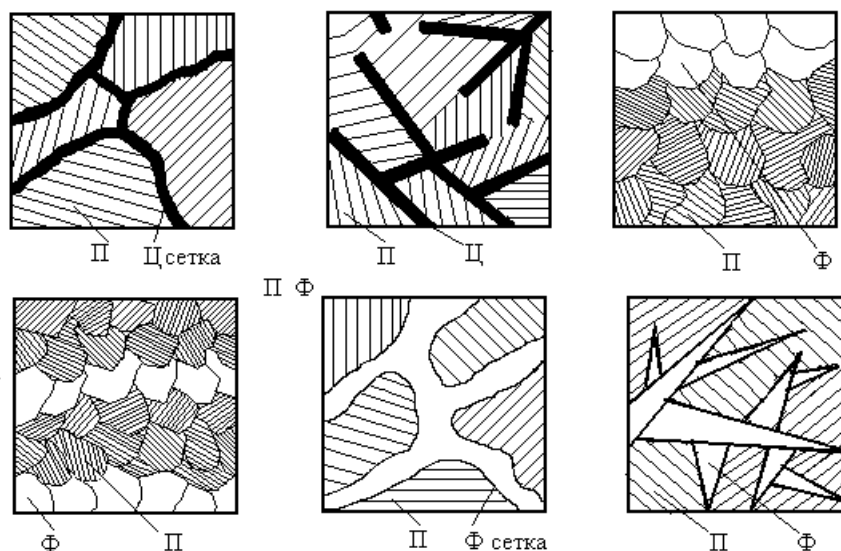


Рисунок 1 – Схемы дефектов микроструктуры стали

4.3. В левой стороне листа отчета зарисовать в квадратах 40x40 мм схемы дефектов исследованных шлифов с указанием структурных составляющих, с использованием «Теоретического раздела» методического указания описать:

4.3.1. Вид и причину появления дефекта;

4.3.2. Его влияния на свойства стали;

4.3.3. Способ устранения.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

5.1. Название и цель работы.

5.2. Схемы дефектов микроструктур сталей с различным содержанием углерода (с указанием вида и причин появления дефекта, его влияние на свойства стали и способ устранения).

5.3. Выводы по работе.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

6.1. Причины возникновения полосчатой структуры. Как она устраняется?

6.2. Что представляет собой видманштеттова структура? Как ее устранить?

6.3. Недостатки структуры при пережоге.

6.4. Причины появления грубой цементитной сетки и методы ее устранения.

6.5. Когда возникает обезуглероживание сталей? Методы исправления такого дефекта.

Лабораторная работа № 7

ИЗУЧЕНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА СВОЙСТВА ЧУГУНОВ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить микроструктуру и ее влияние на свойства чугунов.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Чугунами называются железо-углеродистые сплавы, содержащие более 2,14 % углерода. Чугуны являются самыми дешевыми машиностроительными материалами среди конструкционных металлических материалов.

Чугуны не поддаются ни горячей ни холодной пластической деформации., но обладая высокими литейными свойствами, применяются для изделий, изготавливаемых литьем.

В зависимости от состояния углерода чугуны делятся на белые и серые. Углерод может находиться в чугуне в связанном состоянии в виде цементита. Цементит придает излому специфический светлый блеск. Такой чугун называется белым чугуном. Углерод может находиться в свободном состоянии в виде графита. Графит придает излому серый цвет. Такой чугун называется серым.

2.1. Белые чугуны

По равновесной структуре белые чугуны бывают:

- доэвтектические, содержащие углерода более 2,14 %, но менее 4,3 %. Их микроструктура - перлит + цементит + ледебурит;
- эвтектические содержат 4,3 % углерода. Их микроструктура - ледебурит;
- заэвтектические содержат углерода более 4,3 %. Их микроструктура - цементит + ледебурит.

Белый чугун обладает высокой твердостью и хрупкостью, практически не поддается обработке режущим инструментом. Применяется, как передельный чугун при производстве стали.

2.2. Серые чугуны

Свойства серых чугунов зависят от вида металлической основы и формы графита.

Классификация чугунов по микроструктуре металлической основы

Перлитный чугун – металлическая основа перлит (П);

ферритный чугун – металлическая основа феррит (Ф);

феррито-перлитный чугун – металлическая основа феррит (Ф)+перлит (П).

Классификация серых машиностроительных чугунов по форме графита

Обычный серый чугун - графит находится в виде пластинок.

Ковкий чугун - графит находится в виде хлопьев.

Высокопрочный чугун - графит находится в виде шариков.

2.2.1. Обычный серый чугун

В структуре обычных серых чугунов присутствует графит пластинчатой формы. Отливки из этого чугуна получают в земляных или металлических формах – кокилях. С увеличением толщины отливки и, следовательно, с замедлением охлаждения и при повышенном содержании кремния образуется больше графита и его пластинки крупнее, а в металлической основе возрастает количество феррита. У отливок меньших размеров и при несколько пониженном содержании кремния количество графита уменьшается, а металлическая основа становится ферритно-перлитной и перлитной, что повышает прочность.

Из-за сравнительной простоты получения отливок серые чугуны были самым распространенным видом чугуна. Однако их механические свойства (особенно пластичность) ниже, чем у других чугунов с графитом. Серые чугуны используют для изделий менее ответственного назначения и при отсутствии ударных нагрузок. Применение этих чугунов приведено в таблице 1.

2.2.2. Ковкий чугун

Он имеет в структуре графит хлопьевидной формы и в связи с этим более высокие механические свойства, прежде всего пластичность. Однако процесс получения ковких чугунов сложнее. Чугуны с более высокими свойствами выплавляют в электрических печах, что позволяет уменьшить в них содержание углерода и полнее удалить серу и фосфор. Все ковкие чугуны содержат меньше кремния.

В отливке они должны получить структуру белого доэвтектического чугуна. Отливки должны быть сравнительно небольшими, чтобы задержать графитизацию при сравнительно ускоренном охлаждении.

Последующая графитизация отливок для получения окончательной структуры с хлопьевидным графитом и повышенных механических свойств происходит при термической обработке – графитизирующем отжиге с нагревом отливки со структурой белого чугуна до 950...980 °С и медленном охлаждении в течение 100...120 ч. Ковкие чугуны более целесообразно использовать для тонкостенных деталей. Применение этих чугунов приведено в таблице 1.

2.2.3. Высокопрочный чугун

Он имеет графит шаровидной формы, что в меньшей степени нарушает сплошность металлической основы (особенно по сравнению с графитом пластинчатой формы). Прочностные свойства этих чугунов наиболее высокие; они не уступают в прочности углеродистым конструкционным сталям, подвергаемым термической обработке, но пластичность высокопрочных чугунов ниже, чем у стали и у ковкого чугуна.

Высокопрочные чугуны получают модифицированием магнием (или церием) в ковше жидкого чугуна, выплавляемого в вагранке с охлаждением, как и серых чугунов, в земляных и металлических формах. Применение высокопрочных чугунов приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Области применения чугунов

Марка материала	Применение
Серый чугун	
СЧ10, СЧ15	Для деталей неответственного назначения (крышки, шкивы и т.п.)
СЧ18, СЧ20	В станкостроении: для рам, станин, планшайб, ползунов, цилиндров, корпусов насосов и золотников, шкивов, маховиков, подшипников скольжения и др. В автомобилестроении: для блоков цилиндров, гильз блоков, толкателей, распределительных валов, клапанов, головок цилиндров, дисков сцепления и др.
СЧ25, СЧ30, СЧ35	Для деталей, работающих на износ: тормозные барабаны, цилиндры, шестерни
Ковкий чугун	
КЧ30-6, КЧ33-8, КЧ35-10, КЧ37-12	В автомобилестроении: для шестерен, муфт, тормозных колодок, ступиц В сельхозмашиностроении: для режущих элементов косилки.
КЧ45-6	Для заднего моста, картера автомобиля, для ступиц
Высокопрочный чугун	
ВЧ45, ВЧ60, ВЧ70, ВЧ100	Для коленчатых валов двигателей автомобилей, траверс прессов, деталей ковочных молотов, деталей турбины, корпусов насосов, водопроводных труб, прокатных валков, для изготовления изделий взамен серого и ковкого чугуна.

3. ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ И НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ

3.1. Микроскоп металлографический 4ХВ или микроскопы марки МИМ-7.

3.2. Микрошлифы белого, серого, ковкого и высокопрочного чугунов.

3.3. Наглядные пособия: «Морфология графитовых включений «Микроструктуры различных видов чугунов», «Атласы микроструктур сплавов» №7.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1. Изучить настоящее методическое указание.

4.2. Изучить структуры микрошлифов белого, серого, ковкого и высокопрочного чугунов (в 5-6 полях зрения микроскопа металлографический 4ХВ или микроскопа марки МИМ-7 по ширине и длине площади шлифа) и сравнить со структурами, приведенными в атласе №7. Марки исследуемых чугунов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Марки исследуемых чугунов

Чугун	Структурные составляющие
Белый	Цементит (Ц) + ледебурит(Л)
СЧ30	Феррит(Ф) + Перлит(П) + Графит пластинчатый
КЧ37-12	Феррит(Ф) + Перлит(П) + Графит хлопьевидный
ВЧ45	Феррит(Ф) + Перлит(П) + Графит шаровидный

4.3. В левой стороне листа отчета зарисовать в квадрате 40х40 мм схему микроструктур исследуемых микрошлифов как показано на рисунке 1 с указанием структурных составляющих.

4.4. Справа от рисунка сделать описание микрошлифа чугуна по следующему плану:

- 4.4.1. Написать и расшифровать марку чугуна;
- 4.4.2. Дать характеристику структурных составляющих;
- 4.4.3. Описать основные свойства чугуна;
- 4.4.4. Описать способ получения;
- 4.4.5. Описать область применения (таблица 1).

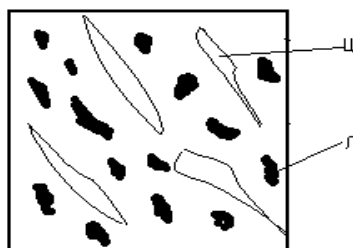


Рисунок 1 - Схема микроструктуры белого чугуна

1. Белый заэвтектический чугун

2. Структурные составляющие:

ледебурит (Л) – эвтектическая смесь перлита и цементита вторичного цементит (Ц) – химическое соединение Fe_3C .

3. Основные свойства: высокая твердость и износостойкость, коррозионная стойкость, хорошие литейные свойства, плохая обрабатываемость резанием (низкая стойкость инструмента), высокая хрупкость.

4. Способ получения – ускоренное охлаждение.

5. Области применения: при производстве стали, ковкого чугуна.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

5.1. Название работы.

5.2. Цель работы.

5.3. Схемы равновесных микроструктур предложенных марок чугунов с обозначением структурных составляющих.

5.4. Описание микроструктур вышеуказанных марок по плану в п. 4.4.

5.5. Выводы по работе.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

6.1. Структурные составляющие белого чугуна.

6.2. Отличительная особенность серого чугуна от белого.

6.3. Условия получения белого чугуна.

- 6.4. В каком виде находится углерод обычном сером чугуна?
- 6.5. Зависимость механических свойств чугунов от металлической основы.
- 6.6. Каким способом можно получить ковкий чугун?
- 6.7. В каком виде находится углерод в ковком чугуна?
- 6.8. Метод получения высокопрочного чугуна.
- 6.9. В каком виде находится углерод в высокопрочном чугуна?
- 6.10. Что обозначают цифры в маркировке чугунов?

Лабораторная работа № 8

ИЗУЧЕНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить маркировку, химический состав, микроструктуру, свойства и область применения цветных металлов и сплавов.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цветные металлы, изучаемые в курсе материаловедения – это медь (Cu), алюминий (Al), титан (Ti), магний (Mg). Эти цветные металлы в силу своих низких механических свойств не используются или используются крайне редко. Чаще всего применяются сплавы на их основе. В данной работе изучению подлежат сплавы на основе меди, алюминия и другие, широко применяемые цветные сплавы.

2.1. Сплавы на основе меди

Латуни – сплавы меди с цинком. Латуни, содержащие только медь и цинк, называются простыми. При содержании цинка до 39 %, простые латуни являются однофазными, со структурой твердого раствора цинка в меди (Л90, Л70). При содержании цинка более 39 %, латуни имеют двухфазную структуру ($\alpha + \beta$). β – фаза представляет собой химическое соединение CuZn. Добавки в латуни Al, Fe, Sn, Mn и др. элементов также приводит к появлению β -фазы, что повышает прочностные свойства латуней, снижая их пластичность. Такие латуни называются сложными.

Добавка в латунь свинца повышает обрабатываемость резанием, олова – коррозионную стойкость, кремния – хладостойкость, марганца – прочность и коррозионную стойкость.

Бронзы – сплавы меди с различными компонентами, у которых Zn либо отсутствует, либо не является основным легирующим компонентом. Подобно латуням, бронзы по равновесной микроструктуре классифицируются на одно-, двухфазные и более сложные. В зависимости от основного легирующего элемента бронзы разделяются на: оловянные и безоловянные (алюминиевые, бериллиевые и др.).

Оловянные бронзы обладают хорошими литейными и антифрикционными свойствами, имеют хорошую коррозионную стойкость, нечувствительны к перегреву, морозостойки, немагнитны. Легирование фосфором повышает механические, технологические и антифрикционные свойства оловянных бронз.

Кремнистые бронзы имеют высокий предел упругости ($\sigma_{упр}$).

Бериллиевые бронзы обладают высокой прочностью, высоким пределом упругости, не дают искры при ударе и т.д.

2.2. Сплавы на основе алюминия

Все алюминиевые сплавы, в зависимости от технологии изготовления из них заготовок и готовых изделий делятся на две группы: литейные и деформируемые. В данной лабораторной работе будут рассмотрены сплавы 1-й группы. Наиболее распространенными литейными сплавами являются силумины. **Силумины** – сплавы алюминия с кремнием (5...14 % Si). Все силумины обладают высокой жидкотекучестью, малой литейной усадкой, удовлетворительной коррозионной стойкостью и малым удельным весом. Структура таких сплавов имеет грубоигольчатую эвтектику, состоящую из твердого раствора кремния в алюминии и крупных игольчатых включений кремния. Повышение прочности и пластичности силуминов можно добиться модифицированием, при котором благоприятно изменяется микроструктура сплава: кристаллы кремния вместо игольчатых становятся мелкими и круглыми. Модифицирование заключается во введении в жидкий расплав перед разливкой малых количеств солей натрия (NaF, NaCl).

2.3. Баббиты

Баббиты – это антифрикционные сплавы, применяемые для заливки вкладышей подшипников. В зависимости от того, какой элемент является основным в химическом составе сплава, баббиты подразделяются на: оловянные, свинцовые, кальцевые и др.

В данной лабораторной работе рассматриваются баббиты на основе олова – оловянные баббиты. Эти сплавы должны быть одновременно и твердыми – для уменьшения коэффициента трения, и мягкими, чтобы вкладыши могли прирабатываться к валу. Для этого им придают структуру, состоящую из мягкой основы (твердого раствора сурьмы Sb и меди Cu в олове Sn) и твердых кристаллов химических соединений SnSb и Cu₆Sn₈.

3. ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

3.1. Микроскоп металлографический 4XB или микроскопы марки МИМ-7.

3.2. Коллекция микрошлифов (таблица 1).

Таблица 1 – Перечень микрошлифов к лабораторной работе

№ шлифа	Марка материала	Структура
1	Л90	α
2	ЛМц58-2	$\alpha + \beta$; $\beta - \text{CuZn}$
3	БрОФ10-1	$\alpha + \Xi(\alpha + \text{Cu}_6\text{Sn}_8) + \text{Cu}_3\text{P}$
4	АЛ2 до модифицирования	$\text{Si} + \Xi(\alpha + \text{Si})$ Ξ - крупная
5	АЛ2 после модифицирования	$\text{Si} + \Xi(\alpha + \text{Si})$ Ξ - мелкая
6	Б83	$\alpha + \beta + \gamma$; $\beta - \text{SnSb}$ $\gamma - \text{Cu}_6\text{Sn}_8$

3.3. Наглядные пособия:

- диаграмма состояния Cu – Zn,
- диаграмма состояния Al – Si,
- стенд “Цветные металлы и сплавы”,
- плакаты “Литейные алюминиевые сплавы, применяемые в судостроении”, “Латуни, применяемые в судостроении”, “Влияние кремния на свойства силуминов”.

3.4. Атлас микроструктур.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1. Изучить настоящее методическое указание.

4.2. С помощью микроскопа металлографического 4ХВ или микроскопа МИМ-7 и «Атласа микроструктур» исследовать микроструктуру предложенных образцов.

4.3. В левой стороне листа отчета зарисовать в квадрате 40х40 мм схему микроструктур исследуемых микрошлифов как показано на рисунке 1 с указанием структурных составляющих.

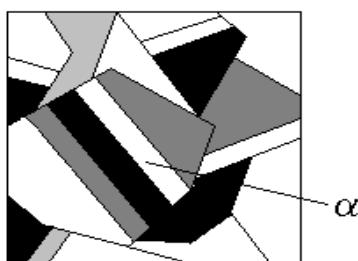


Рисунок 1 – Схема микроструктуры латуни марки Л90

4.4. Справа от рисунка сделать описание микрошлифа цветных сплавов по следующему плану:

- 4.4.1. Полное название сплава;
- 4.4.2. Химический состав сплава;
- 4.4.3. Микроструктура сплава;
- 4.4.4. Свойства сплава (механические, технологические);
- 4.4.5. Область применения (таблица 2).

Таблица 2 – Применение цветных металлов и их сплавов

Марка	Применение
Л90	Для фланцев, бобышек, деталей штуцерных медных и медно-никелевых водопроводов, деталей электрооборудования автомобилей.
Л68	Для деталей, работающих в пресной воде или паре при температуре 250 °С: диафрагмы турбин, трубы теплообменных аппаратов и др.
ЛМц 58-2	Для дейдвудовых втулок, опорных и упорных подшипников. Детали подвергают лужению перед заливкой баббитом.
ЛМц 59-1	Для деталей систем воздуха, пресной воды, масла, топлива, пара, работающих при температуре < 250 °С
БрОФ 6,5-0,4	Для пружин, мембран, антифрикционных деталей
БрОФ 10-1	Для монолитных подшипников скольжения турбин, электродвигателей, компрессоров, работающих при значительных давлениях и средних скоростях скольжения.
АЛ2	Для отливок сложной формы (кронштейны, корпуса эл.двигателей, водяных насосов, крышки подшипников, маховики), не соприкасающихся с морской водой, не испытывающих ударных нагрузок, работающих при обычных температурах.
Б83	Для тяжело нагруженных подшипников машин, паровых турбин, турбо-насосов

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

5.1. Наименование работы.

5.2. Цель работы.

5.3. Рисунок 1 – 6. Схематическая зарисовка микроструктур предложенных образцов и их описание по вышеприведенному в п. 4.4. плану.

5.4. Выводы по работе.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

6.1. Что такое латунь?

6.2. Какие латуни называются простыми, а какие сложными?

6.3. Как меняются свойства простых латуней с увеличением содержания цинка?

6.4. Добавка какого химического элемента в латунь повышает обрабатываемость латуни резанием?

6.5. Добавка какого химического элемента в латунь повышает коррозионную стойкость латуни?

6.6. Какие сплавы называются бронзами?

6.7. Какие бронзы обладают высокими литейными свойствами?

6.8. Что такое силумины?

6.9. Каким образом можно повысить механические свойства силуминов?

6.10. Какие сплавы называются баббитами, и где они применяются?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Материаловедение и технология конструкционных материалов: Учебное пособие для вузов / Л.В. Тарасенко, С.А. Пахомова, М.В. Унчикова, С.А. Герасимов; Под ред. Л.В. Тарасенко. - М.: НИЦ Инфра-М, 2012. - 475 с.: 60х90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-004868-0 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/25740>
2. Материаловедение и технология конструкционных материалов: Учебное пособие / И.С. Давыдова, Е.Л. Максина. - 2-е изд. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 228 с.: 70х100 1/32. - (ВПО: Бакалавриат). (обложка, карм. формат) ISBN 978-5-369-01222-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/413652>
3. Материаловедение и технология конструкционных материалов и технология материалов: Учебное пособие / Под ред. А.И. Батышева, А.А. Смолькина. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 288 с.: 60х90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-004821-5 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/232019>
4. Материаловедение и технология конструкционных материалов и технология материалов: Учебник / Г.П. Фетисов, Ф.А. Гарифуллин. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 397 с.: 60х90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-006899-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/413166>.

В авторской редакции