

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Многопрофильный колледж



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

ОПЦ.02 Материаловедение

для обучающихся специальности

**15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по
отраслям)**

Магнитогорск, 2022

ОДОБРЕНО

Предметно-цикловой комиссией
«Механическое, гидравлическое оборудование и
автоматизация»
Председатель О.А. Тарасова
Протокол № 10 от 22.06.2022 г

Методической комиссией МпК
Протокол № 6 от 29.06.2022 г.

Разработчик :

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» Многопрофильный колледж
И.Н. Трубина

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины «Материаловедение».

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального(ых) модуля(ей) программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования и овладению профессиональными компетенциями.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение	4
2. Методические указания	6
Лабораторное занятие №1	6
Лабораторное занятие №2	8
Лабораторное занятие №3	10
Лабораторное занятие №4	11
Лабораторное занятие №5	13
Практическое занятие №1	15
Практическое занятие №2	20
Практическое занятие №3	21
Практическое занятие №4	22
Практическое занятие №5	25
Практическое занятие №6	26

1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют практические и лабораторные занятия.

Состав и содержание практических и лабораторных занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных практических умений, необходимых в последующей учебной деятельности.

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Материаловедение» предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

У1.1.05 распознавать и классифицировать конструкционные и сырьевые материалы по внешнему виду, происхождению, свойствам;

У 1.1.06 определять виды конструкционных материалов;

У 1.1.07 выбирать материалы для конструкций по их назначению и условиям эксплуатации;

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 1.1 Осуществлять работы по подготовке единиц оборудования к монтажу.

А также формированию **общих компетенций:**

ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно различным контекстам

ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.

ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.

ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста

ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках

Выполнение обучающихся практических и лабораторных работ по учебной дисциплине «Материаловедение» направлено на:

- *обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;*

- *формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;*

- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Практические и лабораторные занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения

2 Методические указания

Тема 1.2. Кристаллизация металлов

Лабораторное занятие № 1

Определение видов металлов по макроструктуре

Цель работы: формирование умений определения видов металлов и сплавов по макроструктуре

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- распознавать и классифицировать конструкционные и сырьевые материалы по внешнему виду, происхождению, свойствам;
- определять виды конструкционных материалов;

Материальное обеспечение:

конспект лекций, альбом металлографический, образцы металлов.

Задание:

1. Определить по образцам с помощью приборов виды сталей и чугунов
2. Оформить полученные результаты в тетради

Краткие теоретические сведения:

Макроструктура – структура металла или сплава, видимая не вооруженным глазом, либо под небольшим увеличением. Макроструктуру можно разглядеть на образцах, называемых *шлифами*. Микроструктуру сплавов изучают под микроскопом на хорошо приготовленных шлифах.

В альбоме приведены микроструктуры сталей и чугунов.

Сталь – сплав железа с углеродом, в котором углерода содержится до 2,14%.

Чугун - сплав железа с углеродом, в котором углерода содержится от 2,14% до 6,67%.

Эвтектоидные стали – железоуглеродистые сплавы с массовой долей углерода 0,8%.

Доэвтектоидные стали – железоуглеродистые сплавы с массовой долей углерода до 0,8%.

Заэвтектоидные стали – железоуглеродистые сплавы с массовой долей углерода от 0,8% до 2,14%.

Белый чугун – чугун, в котором весь углерод связан с железом в виде цементита. Белый чугун имеет светлый излом, высокую твердость и хрупкость.

Серый чугун – чугун, в котором углерод выделяется в форме графита. Серый чугун имеет серый излом, достаточную твердость и прочность.

Порядок выполнения работы:

1. Изучите ход выполнения работы
2. Определите по образцам с помощью альбома виды сталей и чугунов
3. Оформите полученные результаты в тетради

Ход работы:

1. Рассмотрите предложенные образцы. Определите визуально вид металла по внешним признакам (вес, цвет, оттенки, степень блеска).

2. Цветными карандашами зарисуйте образцы металлов (сплавов).

3. Взвесьте образцы металлов на технических весах с точностью до 0,01 гр.

4. Определите объем образца с помощью штангенциркуля по формуле: $V = a \times b \times h = (\text{см}^3)$.

Полученные данные занесите в таблицу

5. Определите расчетным путем удельный вес металла P_1 , разделив массу (в граммах) на объем (в см^3)

6. Сравните полученный результат с табличным значением P_2 удельного веса определенного веса металлов (сплавов). Полученные данные занесите в таблицу (форма представлена ниже).

Физические свойства основных металлов

Таблица 1

№ п \ п	Название металлов	Символ	Удельный вес г/см ³	Температура плавления С ⁰	Коэффициент линейного расширения
1	Алюминий	Al	2,7	660	0,000024
2	Вольфрам	W	19,3	3200	0,000004
3	Железо	Fe	7,8	1530	0,000012
4	Кобальт	Co	8,9	1480	0,000012
5	Магний	Mg	1,7	651	0,000026
6	Марганец	Mn	7,5	1250	0,000023
7	Медь	Cu	8,9	1083	0,000017
8	Никель	Ni	8,9	1452	0,000014
9	Олово	Sn	7,3	232	0,000023
10	Свинец	Pb	11,3	327	0,000029
11	Сурьма	Sb	6,7	630	0,000010
12	Цинк	Zn	7,1	419	0,000032
13	Хром	Cr	6,9	1700	0,000008

Таблица 2

Вид металла (сплава)	Эскиз	Цвет (оттенки)	Объем, см ³	Вес P ₁ , кг	Погрешность определения удельного веса металлов P ₁ -P ₂

Форма представления результата: отчёт выполненных заданий в тетради.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется, если полностью сформированы все умения предусмотренные программой, учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

Оценка «хорошо» выставляется, если некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, но имеются небольшие замечания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных занятий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если необходимые умения не сформированы, задание не выполнено или выполнено с большими ошибками.

Лабораторное занятие № 2

Приготовление шлифа для металлографического анализа.

Цель работы: Освоение методики изготовления и травления металлографических шлифов для последующего их исследования

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- распознавать и классифицировать конструкционные и сырьевые материалы по внешнему виду, происхождению, свойствам;
- определять виды металлов и сплавов по микроструктуре

Материальное обеспечение: отрезной станок шлифовальный станок, пресс для горячей запрессовки образцов, микроскоп металлографический, образцы для микроанализа, шлифовальная бумага различной зернистости, алмазная паста или суспензия, реактивы для травления, фильтровальная бумага.

Задание:

1. Приготовить шлиф для металлографического анализа
2. Определить по образцам с помощью приборов виды сталей и чугунов
3. Оформить полученные результаты в тетради

Краткие теоретические сведения:

Микроструктура – структура металла или сплава, видимая с помощью микроскопа на специально полированных и протравленных образцах, называемых *шлифами*. Микроструктуру сплавов изучают под микроскопом на хорошо приготовленных шлифах.

В альбоме приведены микроструктуры сталей и чугунов.

Сталь – сплав железа с углеродом, в котором углерода содержится до 2,14%.

Чугун - сплав железа с углеродом, в котором углерода содержится от 2,14% до 6,67%.

Эвтектоидные стали – железоуглеродистые сплавы с массовой долей углерода 0,8%.

Доэвтектоидные стали – железоуглеродистые сплавы с массовой долей углерода до 0,8%.

Заэвтектоидные стали – железоуглеродистые сплавы с массовой долей углерода от 0,8% до 2,14%.

Белый чугун – чугун, в котором весь углерод связан с железом в виде цементита. Белый чугун имеет светлый излом, высокую твердость и хрупкость.

Серый чугун – чугун, в котором углерод выделяется в форме графита. Серый чугун имеет серый излом, достаточную твердость и прочность.

Порядок выполнения работы:

1. Изучите методику изготовления и травления шлифов
2. Изготовить шлиф (без травления) в соответствии с описанной методикой.

3. Провести металлографическое исследование нетравленного шлифа при увеличении 100 и 500 и зарисовать неметаллические включения.

4. Протравить шлиф, зарисовать его структуру при тех же увеличениях, сделать ее описание.

Ход работы:

1. Название работы;
2. Цель работы;
3. Краткие теоретические сведения;
4. Краткое описание используемого оборудования и материалов;
5. Описание основных операций при изготовлении микрошлифов;
6. Зарисовки структуры микрошлифов до и после травления;
7. Сделать выводы;
8. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Какова последовательность операций при изготовлении шлифа
2. Как проводят операцию по шлифовке образца
3. Как проводят операцию по полировке образца
4. Как проводят операцию по травлению образца
5. Какова цель травления образца
6. Где нужно хранить микрошлифы

Форма представления результата: отчёт выполненных заданий в тетради.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется, если полностью сформированы все умения предусмотренные программой, учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

Оценка «хорошо» выставляется, если некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, но имеются небольшие замечания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных занятий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если необходимые умения не сформированы, задание не выполнено или выполнено с большими ошибками.

Лабораторное занятие № 3

Изучение принципа работы и устройства металлографического микроскопа 4XB

Цель работы: изучить конструкцию, принцип действия и правила эксплуатации инвентаризированного микроскопа для металлографического исследования 4XB

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- определять виды металлов и сплавов по микроструктуре;

Материальное обеспечение: металлографический микроскоп 4 XB, комплект микрошлифов

Задание:

Определите вид металла, из которого изготовлены образцы по внешним признакам (вес, цвет, оттенки) и сделайте вывод, определив удельный вес металлов опытным путем.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить конструкцию и правила работы с микроскопом.
2. Провести настройку осветительной системы микроскопа для работы в световом поле.
3. Визуально изучить микроструктуру шлифа, перемещая предметный столик, при увеличении, указанным преподавателем.
4. Установить цифровую камеру в окуляр и запустить программу Tour View
5. Выбрать с помощью предметного столика характерный участок микроструктуры шлифа, сфотографировать его и сохранить в виде файла.

Ход работы:

1. Перечислить составляющие микроскопа.
2. Приведите таблицу увеличений микроскопа
3. Привести фотографии микрошлифов при разных увеличениях
4. Ответить на контрольные вопросы
5. Сделать вывод по работе

Контрольные вопросы:

1. Приведите основные правила работы на микроскопе
2. Чем определяется увеличение микроскопа
3. Что понимают по разрешающей способности микроскопа
4. Как можно повысить разрешающую способность микроскопа
5. Перечислить основные узлы микроскопа

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется, если полностью сформированы все умения предусмотренные программой, учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

Оценка «хорошо» выставляется, если некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, но имеются небольшие замечания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных занятий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если необходимые умения не сформированы, задание не выполнено или выполнено с большими ошибками.

Лабораторное занятие 4

Определение твердости стали и сплава по методу Бринелля, Роквелла и Виккерса

Цель работы: Изучить устройство приборов для определения твердости по Бринеллю, Роквеллу и Виккерсу, освоить методику проведения испытаний (подготовка поверхностей, выбор наконечников и нагрузок, порядок проведения испытаний), получить навыки самостоятельного измерения твердости и оценки предела прочности металла.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

-развивать умения: наблюдать, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования

Материальное обеспечение: Универсальный твердомер HBRV-187,75D, набор металлических образцов, бумага шлифовальная.

Задание:

1. Изучить способы измерения твердости по Бринеллю и Роквеллу;
2. Составить опорный конспект;
3. Подготовить образец;
4. Провести испытание по Бринеллю;
5. Провести испытание по Роквеллу;
6. Сделать вывод.

Порядок выполнения работы:

1. Подготовить образец.
2. Образец должен иметь чистую и плоскую поверхность.
3. Толщина образца должна быть не менее десятикратной глубины отпечатка.
4. Центр отпечатка должен находиться от края образца на расстоянии не менее 2,5 диаметров отпечатка, а от центра соседнего отпечатка на расстоянии не менее четырех диаметров отпечатка.
5. Провести испытание по Бринеллю.
 - 5.1 Установить на подвеску грузы, соответствующие выбранной нагрузке.

5.2 Испытуемый образец положить на столик прибора.

5.3 Вращением маховика прижать образец к шарик.

5.4 Включить электродвигатель.

5.5 После снятия нагрузки опустить столик.

5.6 Измерить полученный отпечаток лупой в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

5.7 В результате вдавливания шарика на поверхности образца образуется отпечаток.

5.8 Диаметр отпечатка характеризует твердость образца.

Число твердости по Бринеллю подсчитывают по формуле:

$$HB = F/A = 2F/\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})$$

где F – приложенная нагрузка, кгс, D – диаметр шарика, мм; d – диаметр отпечатка, мм. Диаметр шарика, величину нагрузки на образец, время выдержки нагрузки в зависимости от твердости испытуемого образца определяются по таблице (ГОСТ 9012 – 59).

5.9 По таблице определить твердость.

5.10 Результаты испытаний занести в таблицу 1 .

Таблица 1

Результаты испытаний

Материал образца	Условия испытания			Диаметр отпечатка, мм			
	Нагрузка, кг	Диаметр шарика, мм	Время выдержки, сек	Первое измерение	Второе измерение	Среднее	Твердость HB кг/мм

6. Провести испытание по Роквеллу.

6.1 Подвесить груз, соответствующий наконечнику и шкале (Табл.2)

Таблица 2

Шкала	Вид наконечника	Нагрузка ,кг	Обозначения твердости	Пределы измерения
В	Стальной шарик	100	HRB	25...100
С	Алмазный конус	150	HRC	20...67

А	Алмазный конус	60	HRA	70...85
---	----------------	----	-----	---------

- 6.2 Образец положить на столик прибора.
- 6.3. Вращением маховика поджимать образец к наконечнику до тех пор, пока маленькая стрелка индикатора не установится против красной точки – это означает, что дана предварительная нагрузка 10 кг. Большая стрелка должна указывать на нуль шкалы индикатора с погрешностью + 5 делений.
- 6.4. Вращением барабана установить большую стрелку на нуль черного цвета.
- 6.5. Плавно нажать на клавишу (при этом включается механизм нагружения).
- 6.6. После окончания цикла нагружения произвести отсчет по шкале индикатора.
- 6.7. Снять предварительную нагрузку вращением маховика против часовой стрелки.
- 6.8. Испытание провести не менее трёх раз.

Ход работы:

1. Название работы;
2. Цель работы;
3. Краткая характеристика методов определения твердости;
4. Таблица характерных особенностей методов определения твердости;
5. Таблица испытаний твердости образцов металлов;
6. Сделать вывод;

Форма представления результата: выполненная работа

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется, если полностью сформированы все умения предусмотренные программой, учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

Оценка «хорошо» выставляется, если некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, но имеются небольшие замечания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если необходимые умения работы с осволенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных занятий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если необходимые умения не сформированы, задание не выполнено или выполнено с большими ошибками.

Лабораторное занятие №5

Исследование влияния холодной пластической деформации и последующего нагрева на микроструктуру и твердость низкоуглеродистой стали

Цель работы: изучение влияния холодной пластической деформации температуры нагрева на структуру и свойства (твердость) низкоуглеродистой стали.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- исследовать влияние пластической деформации на свойства низкоуглеродистой стали

Материальное обеспечение: Методическая печь, пресс ручной гидравлический, штангенциркуль, твердомер Роквелла, микроскоп металлографический, комплект круглых образцов из стали марки 10, комплект микрошлифов стали, альбом с фотографиями микроструктуры.

Задание:

1.Провести исследование влияния холодной деформации на микроструктуру и свойства стали

Порядок выполнения работы

Исследование проводится на полированных с торцевой стороны образцах их стали марки 10 размерами $B = 15 \text{ мм} \times 4 = 8 \text{ мм}$.

1. Изучить и зарисовать микроструктуру образца в исходном состоянии, описать особенности структуры, определить величину зерна по стандартной шкале-
2. Измерить высоту образца штангенциркулем и твердость образца на приборе Роквелла при $R=100 \text{ кг}$ (НВВ).

3. С помощью лабораторного гидравлического пресса (рис.6) деформи-ровать образец по высоте. Первая деформация - при давлении 6-7 МПа, вторая — 8-9 МПа.

4. После каждой деформации изучить микроструктурные изменения и зарисовать структуру.

5. Измерить высоту образца после первой и второй деформации.

6. Измерить на торце образца твердость НВВ и перевести ее в единицы

НВ

7. Рассчитать предел прочности деформированных образцов,

8. По результатам измерений построить график зависимости твердости от степени деформации и объяснить полученную зависимость.

9. Нагреть образцы до температур указанных в таблице, выдержать 30 минут и охладить на воздухе.

10. По результатам измерений построить график зависимости твердости от степени деформации и объяснить полученную зависимость.

11. Нагреть образцы до температур указанных в таблице, выдержать 30 минут и охладить на воздухе.

12. Определить твердость стали после термической обработки

13. Нагреть образцы до определенной температуры, выдержать и охладить на воздухе.

14. Зарисовать микроструктуру образцов 3,4,5 . Описать обнаруженные изменения в микроструктуре.

Ход работы

1. Название работы
2. Цель работы
3. Краткое описание механизмов пластической деформации и влияние нагрева на структуру и свойства металла
4. Зарисовать микроструктуры стали после первой и второй деформации
5. Зарисовать микроструктуру стали после нагрева до температуры 500, 600, 700 градусов С
6. Сделать вывод

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется, если полностью сформированы все умения предусмотренные программой, учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

Оценка «хорошо» выставляется, если некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, но имеются небольшие замечания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных занятий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если необходимые умения не сформированы, задание не выполнено или выполнено с большими ошибками.

Практическое занятие № 1

Изучение и анализ диаграммы состояния сплавов с использованием метода термического анализа

Цель работы: изучение диаграммы состояния железо-углерод, анализ превращений, происходящих в сплавах при образовании фаз и структур;

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- выбирать материалы на основе анализа их свойств, для конкретного применения в производстве.

Материальное обеспечение:

Задание:

1. Изучить диаграмму.
2. По диаграмме «Fe-C» провести анализ сплава с содержанием углерода.
3. Ответить на вопросы, характеризующие основные области диаграммы.

Краткие теоретические сведения:

Для правильного понимания свойств разнообразных марок современных сталей и чугунов необходимо получить хорошее представление о диаграмме железо – углерод.

Диаграмма – это графические изображения, дающие наглядное представление о кристаллизации и превращениях, совершающихся при их нагреве и охлаждении.

Диаграммой пользуются для назначения режимов термообработки сталей и чугунов и определения температурных пределов.

Кроме того, диаграмма может быть использована для предсказания микроструктуры при любой заданной температуре.

По горизонтальной оси диаграммы откладывается содержание углерода в сплаве в процентах, по вертикальной - температура в °С. Каждая точка на диаграмме характеризует определенный состав сплава при определенной температуре. Превращения в сплавах железо - углерод происходят не только при затвердевании сплава в жидком состоянии, но и в твердом благодаря переходу железа из одной формы в другую.

В зависимости от температуры и содержания углерода сплавы железо - углерод могут иметь структурные составляющие: феррит, цементит, перлит, аустенит, ледебурит и графит.

В системе железо-углерод имеются следующие фазы: жидкий раствор, твердые растворы - феррит и аустенит, а также химическое соединение - цементит. Физико-химическая природа этих структурных составляющих различна.

Линия ABCD – линия ликвидус. Выше этой линии сплавы находятся в жидком состоянии. Когда температура сплава соответствует линии ABCD, начинается процесс первичной кристаллизации из жидкого состояния в твердое (под линией ABC – в аустенит, под линией CD – в цементит).

Аустенит – это твердый раствор углерода в γ – железе. Очень пластичен.

Феррит – это твердый раствор углерода в α – железе (ОЦК – решетка). Феррит обладает высокой пластичностью, низкой твердостью, прочностью и магнитными свойствами, которые сохраняются до температуры 768° С.

Перлит – это смесь феррита и цементита, образованная при температуре 723°С. Перлит-это продукт распада аустенита при медленном охлаждении. Он может быть пластинчатым или зернистым. В нем содержится 0,8% углерода. Механические свойства перлита зависят от степени измельчения частичек цементита.

Ледебурит – эвтектическая смесь (затвердевшая смесь кристаллов двух (или нескольких) веществ, чаще всего сплавов металлов) аустенита с цементитом при температуре 1147 °С. Ледебурит обладает высокой твердостью и хрупкостью.

Цементит – это химическое соединение железа с углеродом Fe_3C , т. е. карбид железа Fe_3C . Он электропроводен, имеет металлический блеск, очень твердый, очень хрупкий. Делится на первичный и вторичный цементит. В структуре стали и чугуна он находится в виде игл, отдельных включений и сетки, по границам зерен.

Когда температура сплава соответствует линии AC, начинается процесс кристаллизации: из жидкого сплава выделяются кристаллы аустенита, а на линии CD - цементит.

Первичный цементит выделяется непосредственно из жидкого сплава в процессе первичной кристаллизации.

Первичная кристаллизация – это процесс образования твердого вещества из жидкого.

Вторичный цементит выделяется в процессе вторичной кристаллизации (из аустенита).

Вторичная кристаллизация – это процесс образования более твердого вещества из менее твердого.

При понижении температуры ниже линии ликвидус продолжается кристаллизация с постепенным увеличением количества твердых кристаллов за счет уменьшения количества жидкого сплава.

Линия АЕСF – линия солидус. Соответствует моменту полного затвердевания сплава.

В точке С сплав, содержащий 4,3% углерода, переходит в твердое кристаллическое состояние. Сплав такого состава называют эвтектическими. Точка С (содержание углерода 4,3% и температура 1130°C) называется эвтектической. В эвтектической точке температуры ликвидус и солидус совпадают. Эта точка соответствует чугунам, и в соответствии с точкой С чугуны делятся на 3 вида:

- 1) доэвтектический (углерода менее 4,3%);
- 2) эвтектический (углерода 4,3%);
- 3) заэвтектический (углерода более 4,3%).

Область ВСЕ состоит из кристаллов аустенита и жидкого сплава. Обе фазы переменного состава в зависимости от температуры.

Область DCF состоит из первичного цементита и жидкого сплава.

Линия GSEF – начинается процесс вторичной кристаллизации за счет аустенита, т.е. процесс кристаллизации из твердого раствора.

Линия ECF при 1147 °C происходит образование ледебурита.

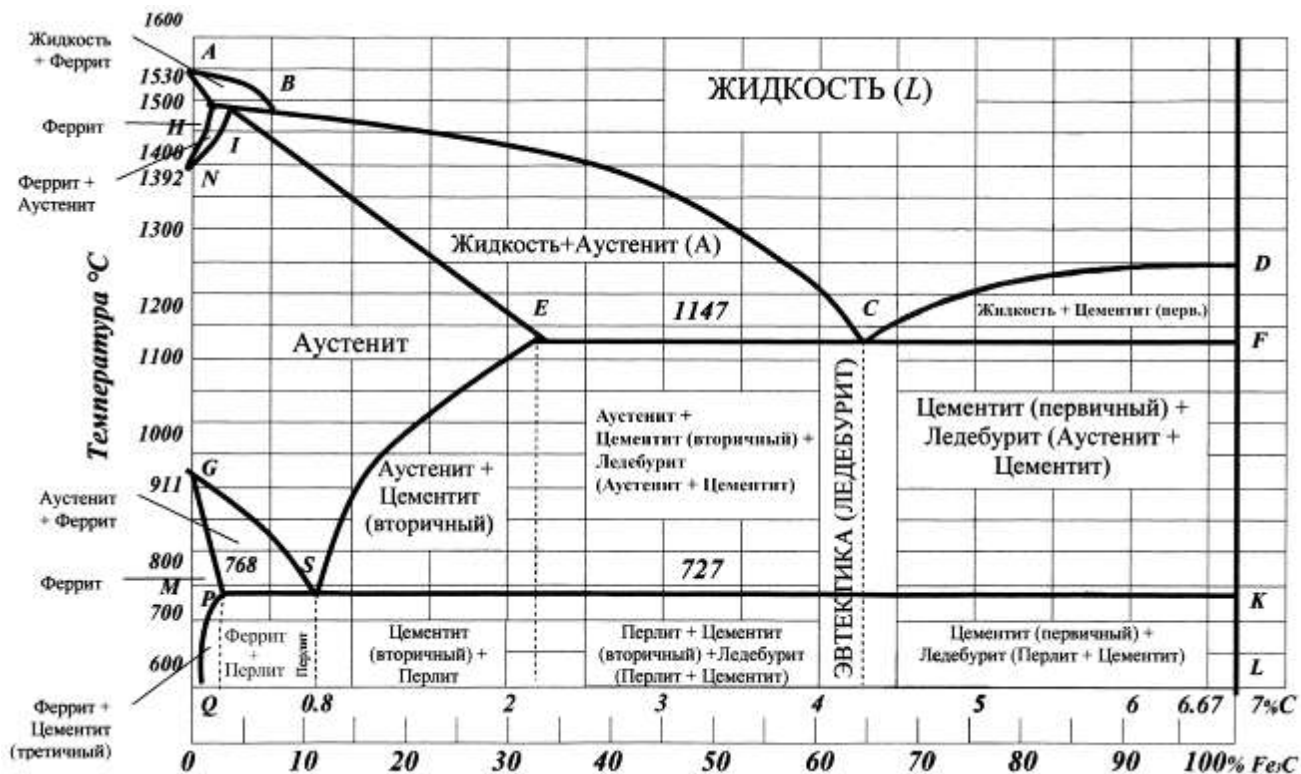
Линия SE показывает выделение вторичного цементита из аустенита.

Точка S (содержание углерода 0,8% и температура 723°C) называется эвтектоидной. В точке S при содержании 0,8% С и при температуре 723°C весь аустенит распадается и одновременно кристаллизуется тонкая механическая смесь феррита и цементита - перлит.

Эта точка соответствует сталям, и в соответствии с точкой S стали делятся на 3 вида:

- 1) доэвтектоидная (углерода менее 0,8%);
- 2) эвтектоидная (углерода 0,8%);
- 3) заэвтектоидная (углерода более 0,8%).

Линия PSK при 727 °C соответствует окончательному распаду аустенита и образованию перлита. В области ниже линии PSK никаких изменений структуры не происходит.



Порядок выполнения работы:

1. Зарисовать диаграмму.
2. Законспектировать теоретические основы.
3. Ответить на вопросы, характеризующие основные области диаграммы.

Ход работы:

1. К занятию самостоятельно определить отличие терминов эвтектическое превращение и эвтектоидное превращение.
2. На занятии необходимо законспектировать и проанализировать теоретические основы, зарисовать и изучить диаграмму.
3. Охарактеризовать следующее:
 - необходимость использования диаграммы железо-углерод;
 - фазы в системе железо-углерод;
 - структурные составляющие системы железо-углерод;
 - основные линии, изображенные на диаграмме;
 - основные точки (С и S), обозначенные на диаграмме.
4. Определите по диаграмме в каком диапазоне температур существует альфа-железо.
5. Определите по диаграмме в каком диапазоне температур существует гамма-железо
6. Проведите анализ сплава с содержанием углерода:
 - А) от 0,02% до 0,8%;
 - Б) от 0,8% до 2,14%;
 - В) от 2,14% до 4,3%;по диаграмме «железо-цементит с описанием процессов, происходящих при медленном охлаждении.
7. Результаты исследований занесите в тетрадь

Форма представления результата: отчёт

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется, если полностью сформированы все умения предусмотренные программой, учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

Оценка «хорошо» выставляется, если некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, но имеются небольшие замечания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных занятий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если необходимые умения не сформированы, задание не выполнено или выполнено с большими ошибками.

Практическое занятие №2

Построение диаграмм состояния сплавов

Цель работы: формирование умений анализировать сплавы определённой концентрации углерода по диаграмме «железо-цементит» с описанием процессов, происходящих при медленном охлаждении

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- выбирать материалы для конструкций по их назначению и условиям эксплуатации;
- анализировать сплавы определённой концентрации углерода по диаграмме «железо-цементит»

Материальное обеспечение: диаграмма состояния сплава

Задание:

1. По диаграмме «Fe-C» провести анализ сплава с содержанием углерода.

Порядок выполнения работы

1. Ответьте на вопросы
2. Определите по диаграмме в каком диапазоне температур существует альфа-железо.
3. Определите по диаграмме в каком диапазоне температур существует гамма-железо
4. Проведите анализ сплава с содержанием углерода
5. Результаты исследований занесите в тетрадь

Ход работы:

1. Ответьте на вопросы:
 - а) В каком случае сплав железа с углеродом называется сталью?
 - б) В каком случае сплав железа с углеродом называется чугуном?
2. Определите по диаграмме, в каком диапазоне температур существует альфа-железо.
3. Определите по диаграмме, в каком диапазоне температур существует гамма-железо
4. Проведите анализ сплава с содержанием углерода:
 - А) от 0,02% до 0,8%;
 - Б) от 0,8% до 2,14%;
 - В) от 2,14% до 4,3%;по диаграмме «железо-цементит с описанием процессов, происходящих при медленном охлаждении.

Форма представления результата: отчёт выполненных заданий оформите в тетради

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется, если полностью сформированы все умения предусмотренные программой, учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

Оценка «хорошо» выставляется, если некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, но имеются небольшие замечания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных занятий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если необходимые умения не сформированы, задание не выполнено или выполнено с большими ошибками.

Практическое занятие № 3

Анализ микроструктуры серых, высокопрочных, ковких чугунов.

Цель: Изучить структуру чугунов общего назначения. Проанализировать формирование структуры сплавов при кристаллизации и фазовых превращений в твердом состоянии. Установить связь между диаграммой состояния железо—цементит (железо—графит) и структурой сплавов

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- по структуре определять вид чугуна.

Материальное обеспечение:

микрошлифы чугуна для исследования металлографический микроскоп, альбом фотографий микроструктур.

Задание:

1. Получить навыки определения по микроструктуре вида чугуна(белый, серый, ковкий, высокопрочный);
2. оценить приближенно его механические свойства и установить область применения;
3. изучить под микроскопом микрошлифы и определить структурные составляющие;
4. по структурным составляющим определить наименование чугуна (белый, серый, ковкий, высокопрочный);
5. определить увеличение микроскопа. Зарисовать схемы микроструктур.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить микроструктуру коллекции образцов белых, серых, ковких и высокопрочных чугунов, пользуясь 500 кратным увеличением и установить

связи между их строением, механическими свойствами и классификационными признаками.

2. Нарисовать микроструктуры предложенных образцов с указанием структурных составляющих.

Ход работы:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Краткие теоретические сведения.
4. Изобразить метастабильную диаграмму состояния Fe—Fe₃C, указать расположение сплавов и построить кривые охлаждения для белых чугунов.
5. Описать процессы, происходящие при кристаллизации и последующем охлаждении в серых чугунах
6. Представить в порядке выполнения работы рисунки микроструктур изученных чугунов. Под каждой микроструктурой указать увеличение микроскопа, тип чугуна в зависимости от химического состава, металлической основы и формы графита.
7. На микроструктуре указать структурные составляющие сплава.
8. Сделать выводы об общности и о принципиальных отличиях структур различных чугунов.

Форма представления результата: выполненная работа

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется, если полностью сформированы все умения предусмотренные программой, учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

Оценка «хорошо» выставляется, если некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, но имеются небольшие замечания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных занятий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если необходимые умения не сформированы, задание не выполнено или выполнено с большими ошибками.

Практическое занятие №4

Изучение микроструктуры легированной стали. Изучение микроструктуры углеродистой стали в равновесном состоянии

Цель работы:

1. Изучить превращения в сплавах системы железо — цементит и структуры сталей

различного состава в равновесном состоянии.

2. Ознакомление с особенностями микроструктуры и основными техническими характеристиками легированных сталей и сплавов различного назначения; Изучение микроструктуры легированных и конструкционных сталей в нормализованном состоянии и после закалки и отпуска. Изучение влияния термической обработки на механические свойства легированных сталей.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- определить содержание углерода в исследуемых сталях и их марки.
- по структуре определять легированную сталь и описывать микроструктуру быстрорежущей стали.

Материальное обеспечение: Микроскоп металлографический, комплект микрошлифов сталей, альбом с фотографиями микроструктур.

Задание №1 Изучить микроструктуру углеродистой стали

Порядок выполнения работы:

Каждый студент получает коллекцию микрошлифов углеродистых сталей в равновесном отожженном состоянии.

1. Изучить и зарисовать микроструктуру каждого микрошлифа;
2. Определить структурные составляющие стали и объемную долю;
3. Рассчитать по объемной доле структурных составляющих процентное содержание углерода в заданной стали.

Ход работы:

1. Название работы;
2. Цель работы;
3. Структурная диаграмма Fe—Fe₃C ;
4. Расчет массовой доли углерода доэвтектоидной стали;
5. Схемы микроструктур углеродистых сталей: доэвтектоидной, эвтектоидной, заэвтектоидной с указанием марки стали, ее химического состава и механических свойств

Задание №2

1. Изучить и зарисовать микроструктуру легированной конструкционной стали марок 40ХА, 30ХНЗА, 40ХТГ или 30ХГСА в нормализованном и термически обработанном состоянии. Указать, к какому классу по структуре относится исследуемая сталь.

2. Зарисовать и описать микроструктуру легированной инструментальной стали марок ХГ, ХВГ, 9ХС или ХВ5 в нормализованном и термически обработанном состояниях.
3. Зарисовать и описать микроструктуру быстрорежущей стали Р9 или Р18 после нормализации, закалки и отпуска.

Порядок проведения работы:

1. Изучить влияние легирующих элементов на структуру и свойства легированных сталей;
2. Рассмотреть классификацию легированных сталей;
3. Изучить и зарисовать микроструктуры легированных сталей;
4. Вписать химический состав каждой стали и объяснить принцип маркировки;
5. Определить к какому классу по структуре и назначению принадлежат заданные стали, для каких изделий применяются, какими свойствами должны обладать;
6. Выписать типичные режимы термической обработки для каждой стали и получаемые значения механических свойств;
7. Рассмотреть особенности термической обработки каждой стали;

Ход работы:

1. Наименование и цель работы.
2. Микроструктуры легированных сталей с обозначениями структурных составляющих.
3. Химический состав изучаемых легированных сталей.
4. Режимы термической обработки изучаемых легированных сталей.
5. Механические свойства изучаемых легированных сталей.
6. Описание возможных областей применения изученных легированных сталей.
7. Вывод;

Форма представления результата: Отчёт о выполнении заданий

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется, если полностью сформированы все умения предусмотренные программой, учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

Оценка «хорошо» выставляется, если некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, но имеются небольшие замечания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных занятий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если необходимые умения не сформированы, задание не выполнено или выполнено с большими ошибками.

Практическое занятие № 5

Изучение микроструктуры цветных сплавов

Цель работы: Изучить структуру, свойства, применение и классификацию алюминиевых, медных, титановых и других цветных сплавов.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- читать микроструктуру цветных сплавов
- применять на практике цветные сплавы в зависимости от условий их эксплуатации

Материальное обеспечение: Микроскоп металлографический, комплект микрошлифов цветных сталей, альбом с фотографиями микроструктур..

Задание: Изучить структуру цветных сплавов.

Порядок проведения работы:

Каждый студент получает коллекцию микрошлифов цветных сплавов. В работе нужно:

1. Изучить и зарисовать структуру каждого микрошлифа;
2. Определить и подписать структурные составляющие сплавов;
3. Найти связь между изучающей микроструктурой сплава и его диаграммой..

Ход работы:

- 1 Название работы;
- 2 Цель работы;
- 3 Краткие сведения для цветных сплавов;
- 4 Схемы микроструктур изучаемых сплавов с указанием структурных составляющих, марки стали и его химического состава;
- 5 Вывод;

Форма представления результата: Отчёт о выполнении заданий

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется, если полностью сформированы все умения предусмотренные программой, учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

Оценка «хорошо» выставляется, если некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, но имеются небольшие замечания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных занятий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если необходимые умения не сформированы, задание не выполнено или выполнено с большими ошибками.

Практическое занятие № 6

Термическая обработка стали

Цель работы: исследование влияния термической обработки на микроструктуру и свойства конструкционной углеродистой стали

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

-исследовать влияние термической обработки на микроструктуру стали; знать виды термической обработки.

Материальное обеспечение:

Микроскоп металлографический, комплект микрошлифов стали 45 после термической обработки, альбом с фотографиями микроструктур стали, лабораторные методические печи, бак закалочный с водой, бак закалочный с маслом, твердомер Роквелла, образцы длиной 10мм и диаметром 14мм из стали марки 45.

Задание: Изучить структуру термической обработки

Порядок выполнения работы:

1. Работа проводится на цилиндрических образцах из стали марки 45.
2. Замерить твердость исходного образца на приборе Роквелла по шкале "В" и занести в таблицу.
3. Используя марочник стали или другую справочную литературу выбрать температуру нагрева для нормализации.
4. Назначить время нагрева и выдержки образцов из расчета 1,5 мин на 1 мм диаметра
5. Охладить образцы в воде или в масле
6. Зарисовать изучить структуры сталей после различных режимов термической обработки, используя коллекцию микрошлифов и альбом микроструктур.

Ход работы:

1. Название работы;
2. Цель работы;
3. Краткие теоретические сведения;
4. Зарисовки микроструктур стали;
5. Сделать вывод;

Форма представления результата: отчёт о выполнении заданий оформите в тетради

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется, если полностью сформированы все умения предусмотренные программой, учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

Оценка «хорошо» выставляется, если некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, но имеются небольшие замечания.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных занятий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если необходимые умения не сформированы, задание не выполнено или выполнено с большими ошибками.