

Министерство образования и науки Челябинской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Южно-Уральский государственный технический колледж»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
по учебной дисциплине
ОП 05 «Материаловедение»
по специальности СПО
для специальности

15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и
производств (по отраслям)

ФП «ПРОФЕССИОНАЛИТЕТ»

Челябинск, 2023

АКТ СОГЛАСОВАНИЯ

на методические рекомендации по выполнению практических работ по учебной дисциплине
«Материаловедение» для специальности 15.02.14 Оснащение средствами автоматизации
технологических процессов и производств (по отраслям)

ФП «ПРОФЕССИОНАЛИТЕТ»,

разработанной преподавателями Южно-Уральского государственного технического
колледжа Шваревой И.А., Мороз Ю.А.

Методические рекомендации по выполнению лабораторных и практических работ
составлены в соответствии с программой учебной дисциплины «Материаловедение».

Методические рекомендации к лабораторным и практическим работам имеют единую
структуру: цели, общие положения, ход работы, форму отчета по работе, справочные
данные, литературу. Тематика работ разнообразна. Темы работ определены, исходя из
логики изучения дисциплины «Материаловедение» и направлены на углубление
теоретических знаний и формирование умений проводить эксперименты на лабораторных
работах с использованием лабораторного оборудования.

Методические рекомендации по выполнению лабораторных и практических работ
по дисциплине «Материаловедение» соответствуют программе учебной дисциплины и
могут использоваться в образовательном процессе.

Генеральный директор ООО ЧЗДТ



Гордеев Сергей Владимирович

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации по выполнению лабораторных и практических работ по учебной дисциплине «Материаловедение» предназначены для обучающихся по специальности 15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям) ФП «Профессионалитет». Лабораторные и практические занятия являются важным элементом учебной дисциплины. В процессе выполнения лабораторных и практических работ обучающиеся систематизируют и закрепляют полученные теоретические знания, развивают интеллектуальные и профессиональные умения, формируют элементы компетенций будущих специалистов.

Для закрепления теоретических знаний и приобретения необходимых практических умений программой учебной дисциплины «Материаловедение» предусматриваются лабораторные и практические занятия, направленные на формирование элементов следующих компетенций:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

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

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде

ПК 1.1. Использовать конструкторскую и технологическую документацию при разработке технологических процессов изготовления деталей машин

ПК 1.2. Выбирать метод получения заготовок с учетом условий производства.

На достижение личностных результатов:

ЛР 2: Проявляющий активную гражданскую позицию, демонстрирующий приверженность принципам честности, порядочности, открытости, экономически активный и участвующий в студенческом и территориальном самоуправлении, в том числе на условиях добровольчества, продуктивно взаимодействующий и участвующий в деятельности общественных организаций

ЛР 4: Проявляющий и демонстрирующий уважение к людям труда, осознающий ценность собственного труда. Стремящийся к формированию в сетевой среде личностно и профессионального конструктивного «цифрового следа»

ЛР 7: Осознающий приоритетную ценность личности человека; уважающий собственную и чужую уникальность в различных ситуациях, во всех формах и видах деятельности.

ЛР 10: Заботящийся о защите окружающей среды, собственной и чужой

безопасности, в том числе цифровой

Студент в процессе работы должен **уметь**:

- распознавать и классифицировать конструкционные и сырьевые материалы по внешнему виду, происхождению, свойствам;
- определять виды конструкционных материалов;
- проводить исследования и испытания материалов;
- рассчитывать и назначать оптимальные режимы резания

Студент в процессе работы должен **знать** (актуализация):

- закономерности процессов кристаллизации и структурообразования металлов и сплавов, основы их термообработки, способы защиты металлов от коррозии;
- принципы выбора конструкционных материалов для их применения в производстве;
- строение и свойства металлов, методы их исследования;
- методику расчета и назначения режимов резания для различных видов работ;
- классификацию материалов, металлов и сплавов, их области применения.

Описание каждой лабораторной и практической работы содержит номер, название и цель работы, формируемые в процессе выполнения работы знания, умения и теоретическое изложение необходимого, варианты заданий, описание алгоритма выполнения, контрольные вопросы.

Для получения дополнительной, более подробной информации по основным вопросам учебной дисциплины в конце методических рекомендаций приведен перечень информационных источников.

Отчеты студентов по лабораторным и практическим работам должны содержать номер, название и цель работы, выполненные задания и их результаты, выводы по проделанной работе, ответы на контрольные вопросы.

Оценка отлично – ставится за правильно выполненную работу с верными ответами на вопросы по отчету.

Оценка хорошо – ставится за правильно выполненную работу без ответов на вопросы по отчету.

Оценка удовлетворительно – ставится за работу с некоторыми неточностями и без ответов на вопросы по отчету.

Оценка неудовлетворительно ставится в случае отсутствия отчета по работе.

Титульный лист и структура работы должны быть оформлены в соответствии с приложением Б, В, Г.

ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

№ темы	Наименование работы	Объем (час)
Тема 1.2	<i>Лабораторная работа 1.</i> Приготовление суспензии карбоната кальция в воде. Ознакомление со свойствами дисперсных систем.	2
Тема 1.2	<i>Лабораторная работа 2.</i> Исследование состава и способов разделения смесей (отстаивание, фильтрование, выпаривание).	2
Тема 1.3	<i>Лабораторная работа 3.</i> Приготовление раствора заданной концентрации	2
Тема 1.4	<i>Лабораторная работа 4.</i> Исследование свойств кислот, оснований, солей.	2
Тема 1.5	<i>Лабораторная работа 5.</i> Проведение реакций ионного обмена.	2
Тема 1.6	<i>Лабораторная работа 6.</i> Исследование свойств металлов и их соединений	2
Тема 1.6	<i>Лабораторная работа 7.</i> Проведение окислительно-восстановительных реакций	2
Тема 1.6	<i>Лабораторная работа 8.</i> Решение экспериментальных задач на идентификацию неорганических соединений	4
Тема 2.2.1	<i>Лабораторная работа 9.</i> Определение твердости металлов по методике Бринелля и Роквелла	2
Тема 2. 2.1	<i>Лабораторная работа 10.</i> Определение ударной вязкости стали	2
Тема 2. 2.1	<i>Лабораторная работа 11.</i> Испытание образца на растяжение	2
Тема 2.2.3	<i>Лабораторная работа 12.</i> Исследование микроструктуры железоуглеродистых сплавов в равновесном состоянии	2
Тема 2.2.3	<i>Практическая работа 1.</i> Исследование диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов Fe-Fe ₃ C.	4
Тема 2.2.5	<i>Лабораторная работа 13.</i> Проведение закалки и отпуска стальных образцов с испытанием твердости	2
Тема 2.2.5	<i>Лабораторная работа 14.</i> Исследование микроструктуры сталей после термической и химико-термической обработки	4
Тема 2.2.5	<i>Практическая работа 2.</i> Выбор режима закалки стальной детали	2
Тема 2.2.5	<i>Практическая работа 3.</i> Выбор режима отпуска закаленной детали в зависимости от требуемой твердости	2

Тема 2.3.2	<i>Лабораторная работа</i> 15. Исследование микроструктуры чугунов	4
Тема 2.3.2	<i>Практическая работа</i> 4.Выбор режима термообработки чугунной отливки	2
Тема 2.3.4	<i>Лабораторная работа</i> 16. Исследование микроструктуры цветных металлов и сплавов	2
Тема 2.3.5	<i>Лабораторная работа</i> 17. Исследование микроструктуры и свойств легированных сталей	2
Тема 2.6.2	<i>Практическая работа</i> 5.Расчет припуска под механическую обработку поковки	4
Тема 2.6.3	<i>Практическая работа</i> 6.Назначение оптимальных режимов резания	4
ИТОГО		58

Раздел 1 ХИМИЯ

Лабораторная работа № 1

Тема: Приготовление суспензии карбоната кальция в воде. Ознакомление со свойствами дисперсных систем.

Цель:

- 1) Формирование умений приготовления суспензии карбоната кальция в воде, изучить её устойчивость и фазовый состав.
- 2) Формирование знаний классификации и свойств дисперсных систем.

В результате выполнения лабораторной работы студент **должен:**

Знать: примеры дисперсных систем

Уметь: определять дисперсную фазу и дисперсионную среду

Реактивы:

Карбонат кальция, вода, мыло, молоко, сплавы.

Оборудование:

Штатив, пробирки, держатель.

Ход работы:

Опыт 1. Получение суспензии карбоната кальция в воде.

В фарфоровой ступке тщательно разотрите кусочек мела до тонкого порошка. Внесите в пробирку немного измельченного порошка, прилейте 4-5 мл воды и несколько раз энергично встряхните пробирку. Отметьте равномерное распределение порошка мела по всему объему среды. Поставьте пробирку в штатив и наблюдайте через несколько минут расслоение полученной суспензии.

Какие системы называют суспензиями? Что является в данной суспензии дисперсной фазой, дисперсной средой?

Опыт 2. Ознакомление с образцами дисперсных систем.

Ознакомьтесь с образцами дисперсных систем: 1 пробирка – пены (вспененный мыльный раствор), 2 пробирка – эмульсии (молоко), металлическая пластина – твердые гетерогенные системы (сплав).

Пользуясь таблицей 1 (приложение 1), определите в данных дисперсных системах агрегатное состояние дисперсной фазы и дисперсной среды.

По ходу работы заполните таблицу и сделайте выводы.

Контрольные вопросы

Приведите три примера дисперсных систем (не рассмотренных в лабораторной работе) с указанием агрегатного состояния дисперсной фазы и дисперсионной среды.

Лабораторная работа № 2

Тема: Исследование состава и способов разделения смесей (отстаивание, фильтрование, выпаривание).

Цель:Формирование умений проведения разделения смеси, используя различные способы (отстаивание, фильтрование, выпаривание).

В результате выполнения лабораторной работы студент **должен:**

*знать:*способы разделения смесей

*уметь:*выполнять лабораторный эксперимент по разделению смеси

Реактивы:

Поваренная соль, песок, вода.

Оборудование:

Химический стакан, стеклянная палочка, фильтровальная бумага (бумажный фильтр), воронка, штатив, фарфоровая чашка, держатель, горелка, сухое горючее, спички.

Ход работы:

Опыт 1. Растворение загрязненной соли (смеси соли с водой).

Отстаивание.

Рассмотрите смесь соли с песком. Попробуйте отделить соль от песка. В стакан со смесью налейте примерно 20 мл воды. Содержимое стакана перемешивайте стеклянной палочкой до растворения соли. Дайте раствору отстояться. Обратите внимание на оседание частичек песка и уменьшение мутности раствора.

Опыт 2. Фильтрование.

Бумажный фильтр поместите в воронку и смочите водой, расправьте его, чтобы он плотно примыкал к стенкам воронки. Воронку вставить в кольцо штатива. Конец её должен касаться внутренней стенки стакана, в котором собирается отфильтрованный раствор. Мутный раствор налейте на фильтр по стеклянной палочке. В стакан стечет прозрачный фильтрат.

Опыт 3. Выпаривание.

Полученный фильтрат вылейте в фарфоровую чашку и поставьте её на кольцо штатива. Нагревайте в пламени, периодически перемешивая фильтрат до полного испарения воды. Полученную соль сравните с исходной смесью и чистой солью. Сделайте вывод.

По ходу работы заполните таблицу и сделайте выводы.

Контрольные вопросы

Перечислите этапы разделения смеси соли с песком.

Лабораторная работа №3

Тема: Приготовление раствора заданной концентрации.

Цель:Формирование умений приготовления раствора заданной концентрации,вычисления массы вещества и воды, необходимых для приготовления раствора заданной массовой долей вещества.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

*знать:*способы выражения состава раствора

уметь: решать расчетные задачи на определение массовой доли растворенного вещества

Реактивы:

Хлорид натрия, вода.

Оборудование:

Весы, разновесы, стеклянный цилиндр, колба.

Ход работы:

Опыт 1. Приготовление раствора соли с определенной массовой долей вещества.

1. Получите у преподавателя задание. Вычислите, сколько соли и воды потребуется для приготовления указанного раствора с заданной массовой долей вещества. В расчетах используйте формулы

$$w = \frac{m(\text{в-ва})}{m(\text{р-ра})} * 100\% ; m(\text{р-ра}) = m(\text{в-ва}) + m(\text{H}_2\text{O});$$

2. Отвесьте на весах соль и поместите её в колбу.

3. Отмерьте требуемый объем воды (при помощи стеклянного цилиндра) и вылейте её в колбу с солью. Содержимое колбы перемешайте до полного растворения соли.

По ходу работы заполните таблицу и сделайте выводы.

Контрольные вопросы:

Решить задачу на определение массовой доли растворенного вещества (карточку с заданием получить у преподавателя).

Лабораторная работа № 4

Тема: Исследование свойств кислот и оснований, солей.

Цель: Формирование умений проведения опытов, подтверждающих свойства кислот и оснований, солей; написания уравнений диссоциации кислот и оснований, реакции гидролиза в молекулярном и ионном виде.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

знать: основные положения теории электролитической диссоциации;
- свойства кислот, оснований, солей

уметь: выполнять химический эксперимент по распознаванию кислот, оснований, солей;

- составлять уравнения гидролиза солей в молекулярной и ионной форме;

- определять характер среды в водных растворах неорганических соединений

Реактивы:

Серная кислота, гидроксид натрия, вода, карбонат натрия, сульфат меди (II), хлорид цинка, хлорид натрия, универсальный индикатор.

Оборудование:

Штатив, пробирки, держатель, горелка, сухое горючее, спички, стеклянная палочка.

Ход работы:

Опыт 1. Экспериментальное определение выданного вещества.

В трех пронумерованных пробирках находится серная кислота, вода и гидроксид натрия. При помощи индикаторов определите, в какой из пробирок находится кислота, в какой основание и в какой вода. Объясните наблюдаемые эффекты при их распознавании. Напишите уравнения диссоциации серной кислоты и гидроксида натрия.

Опыт 2. Испытание растворов солей индикатором.

Испытайте действие растворов различных солей на лакмус, нанеся стеклянной палочкой каплю раствора каждой соли на красную и синюю лакмусовые бумажки. Заполните таблицу 1.

Таблица 1 - Гидролиз солей

Формула соли	Среда раствора			Какими основаниями и кислотами (сильными или слабыми) образована соль
	нейтральная	кислая	щелочная	

Напишите уравнения реакций гидролиза солей, растворы которых имеют кислую или щелочную реакцию. Уравнения реакций запишите в молекулярной и ионной формах. Пользуясь сокращенным ионным уравнением, укажите, какие ионы влияют на изменение окраски индикатора.

По ходу работы заполните таблицу и сделайте выводы.

Контрольные вопросы:

Укажите окраску лакмуса в кислой, щелочной, нейтральной среде.

Лабораторная работа № 5

Тема: Проведение реакции ионного обмена.

Цель: Формирование умений определять условия протекания реакций ионного обмена до конца, выполнять реакции ионного обмена, составлять молекулярные и ионные уравнения выполненных реакций.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

знать: условия протекания реакций ионного обмена до конца

уметь: составлять уравнения реакций ионного обмена в молекулярной и ионной форме

Реактивы:

Серная кислота, хлорид бария, хлорид железа (III), гидроксид натрия, сульфат меди (II), карбонат натрия,

Оборудование:

Штатив, пробирки, держатель.

Ход работы:

Опыт 1. Реакции протекающие с образованием осадка.

К 1-2 мл раствора хлорида бария добавить 1-2 мл раствора серной кислоты. Пронаблюдайте выпадение белого густого осадка.

К 1-2 мл раствора хлорида железа (III) добавить по каплям 1-2 мл раствора гидроксида натрия. Как изменяется цвет раствора? Пронаблюдайте выпадение бурого хлопьевидного осадка.

К 1-2 мл раствора сульфата меди (II) добавить по каплям 1-2 мл раствора гидроксида натрия. Как изменяется цвет раствора? Пронаблюдайте выпадение синего аморфного осадка.

Напишите уравнения выполненных реакций в молекулярной и ионной форме.

Опыт 2. Реакции, протекающие с выделением газообразного вещества.

К 1-2 мл раствора карбоната натрия добавить по каплям 1-2 мл раствора серной кислоты. Наблюдается ли бурное выделение газа? Изменяется ли цвет раствора? Напишите уравнение данной реакции в молекулярной и ионной форме.

Опыт 3. Реакции, протекающие с образованием воды.

К 1-2 мл раствора гидроксида натрия добавить 1-2 капли индикатора, затем добавить 3-4 капли раствора серной кислоты. Как изменяется окраска раствора после добавления индикатора; после добавления кислоты? Напишите уравнение данной реакции в молекулярной и ионной форме.

По ходу работы заполните таблицу и сделайте выводы.

Контрольные вопросы:

Осуществите цепочку превращений:

1 вариант $\text{MgSO}_4 \rightarrow \text{Mg(OH)}_2 \rightarrow \text{MgCl}_2$

2 вариант $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{AgCl}$

3 вариант $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4$

4 вариант $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuCl}_2$

Лабораторная работа № 6

Тема: Исследование свойств металлов и их соединений.

Цель: Формирование умений проведения опытов, иллюстрирующих свойства алюминия, цинка, солей свинца, способы получения гидроксида железа (II) и (III) и написания уравнений данных реакций

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

знать: свойства металлов и их соединений

уметь: составлять уравнения химических реакций, характерных для металлов и их соединений

Реактивы:

Алюминиевая стружка, соляная кислота, серная кислота, азотная кислота, гидроксид натрия, сульфат железа (II), хлорид железа (III), нитрат свинца, цинк.

Оборудование:

Штатив, пробирки, горелка, сухое горючее, спички, лучина, держатель.

Ход работы:

Опыт 1. Свойства алюминия.

1.1. Взаимодействие алюминия с кислотами.

В три пробирки поместить по 5-6 капель растворов соляной, серной и конц. азотной кислот. Опустите в каждую по 1-2 стружки алюминия. В пробирках, где наблюдается энергичное выделение газа, попробовать поджечь его горящей лучиной. Обратит внимание, что в пробирке с конц. азотной кислотой реакция не идёт. Запишите наблюдения. Напишите уравнения реакций между алюминием и серной кислотой, алюминием и соляной кислотой.

1.2. Взаимодействие алюминия со щелочами.

Поместить в пробирку 4-5 капель 30% раствора гидроксида натрия, опустить в раствор 1-2 алюминиевые стружки. Когда начнется выделение газа, поджечь его горящей лучиной. Запишите наблюдения. Напишите уравнения реакций между алюминием и раствором гидроксида натрия.

Опыт 2. Получение и свойства гидроксидов железа.

2.1. Получение и свойства гидроксидов железа (II).

В пробирку налить немного сульфата железа(II) и добавить раствор гидроксида натрия, к полученному гидроксиду железа(II) прилить соляной кислоты. Запишите наблюдения. Напишите уравнения реакций.

2.2. Получение и свойства гидроксидов железа (III).

В пробирку налить немного хлорида железа (III) и добавить раствор гидроксида натрия, к полученному гидроксиду железа(III) прилить раствор серной кислоты до растворения осадка. Запишите наблюдения. Напишите уравнения реакций.

Опыт 3. Свойства солей свинца.

В пробирку с раствором нитрата свинца (II) положить кусочек цинка. Пронаблюдайте за оседанием на цинке налёта свинца. Запишите наблюдения. Напишите уравнение реакции.

По ходу работы заполните таблицу и сделайте выводы.

Контрольные вопросы:

Перечислить химические свойства, характерные для металлов.

Лабораторная работа №7

Тема: Проведение окислительно-восстановительных реакций.

Цель: Формирование умений проведения опытов, иллюстрирующих восстановительные свойства цинка, окислительные свойства перманганата калия в различных средах; написания уравнений выполненных окислительно-восстановительных реакций методом электронного баланса.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

знать: понятия окислитель, восстановитель, окисление, восстановление

уметь: составлять уравнения окислительно-восстановительных реакций и разбирать их методом электронного баланса.

Реактивы:

Цинк, соляная кислота, перманганат калия, серная кислота, сульфит калия, гидроксид натрия, вода.

Оборудование:

Штатив, пробирки, держатель.

Ход работы:

Опыт 1. Восстановительные свойства цинка.

Опустить в пробирку кусочек цинка и добавить раствор соляной кислоты. Обратить внимание на выделение газа (водорода). Запишите наблюдения. Напишите уравнение данной окислительно-восстановительной реакции, используя метод электронного баланса.

Опыт 2. Окислительные свойства перманганата калия в различных средах.

1.1. Налить в пробирку 1-2мл раствора перманганата калия, немного разбавленной серной кислоты и раствор сульфита калия. Обратить внимание на исчезновение яркой розовой окраски. Запишите наблюдения. Напишите уравнение данной окислительно-восстановительной реакции, используя метод электронного баланса.

1.2. Налить в пробирку 1-2мл раствора перманганата калия, добавить к нему такое же количество крепкого раствора щелочи, затем раствор сульфита калия. Обратить внимание на образование зеленого

раствора марганцевокислого калия. Запишите наблюдения. Напишите уравнение данной окислительно-восстановительной реакции, используя метод электронного баланса.

1.3. Налить в пробирку 1-2мл раствора перманганата калия, разбавить его водой и прилить раствор сульфита калия. Обратить внимание на выпадение бурого осадка диоксида марганца. Запишите наблюдения. Напишите уравнение данной окислительно-восстановительной реакции, используя метод электронного баланса.

По ходу работы заполните таблицу и сделайте выводы.

Контрольные вопросы:

Расставьте степени окисления: Cl_2 , KCl , HClO , HClO_4 , HClO_3 , Cl_2O_7

Лабораторная работа №8

Тема: Решение экспериментальных задач на идентификацию неорганических соединений

Цель: Формирование умений проведения качественных реакций для предложенных неорганических веществ, составлять молекулярные и ионные уравнения выполненных реакций.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

знать: определение и оперировать следующими химическими понятиями: ион, электроотрицательность, химическая связь, электролитическая диссоциация, растворы.

уметь: объяснять зависимости свойств веществ от их состава, составлять уравнения химических реакций

Реактивы: растворы: хлорида железа (III), роданида калия, нитрата серебра, хлорида натрия, карбоната натрия, сульфата натрия, соляной кислоты, хлорида бария

Оборудование:

Штатив, пробирки, держатель, асбестовая сетка, сухое горючее, спички

Ход работы:

Опыт 1. Определение качественного состава неорганических веществ.

Дан раствор, состоящий из хлорида калия и сульфата железа(III). Прodelайте опыты, при помощи которых можно определить хлорид-ионы Cl^- и ионы Fe^{3+} . Для выполнения данного опыта содержимое пробирки разделите на две пробы. Для определения катионов железа Fe^{3+} прилейте в одну пробирку роданид калия KSCN . Что наблюдаете?

Для определения анионов хлора Cl^- прилейте в другую пробирку нитрат серебра AgNO_3 . Что наблюдаете? Напишите уравнения соответствующих

реакций в молекулярном, полном и сокращенном ионном виде.

Опыт 2. Экспериментальное определение выданных веществ.

С помощью качественных реакций определите, в какой из выданных вам пробирок находятся растворы хлорида натрия, хлорида аммония, сульфата натрия. Для этого содержимое каждой пронумерованной пробирки разделить на три пробы. Для определения хлорида аммония необходимо провести качественную реакцию на ион аммония: в три пробы прилить раствор гидроксида натрия, нагреть в пламени спиртовки. Что наблюдаете? Для определения сульфата натрия необходимо провести качественную реакцию на сульфат-ион: в две оставшиеся пробы прилить раствор хлорида бария. Что наблюдаете?

Для подтверждения, что в третьей пробирке находится хлорид натрия, проведите качественную реакцию на хлорид-ион – добавьте раствор нитрата серебра. Что наблюдаете? Запишите уравнения соответствующих реакций в молекулярном, полном и сокращенном ионном виде.

По ходу работы заполните таблицу и сделайте выводы.

Контрольные вопросы:

Предложите способы получения а) гидроксида железа (III); б) гидроксида магния; в) меди из следующих веществ: кристаллогидрат сульфат меди(II), карбонат магния, гидроксид натрия, железо, соляная кислота, хлорид железа(III).

Составьте уравнения предложенных реакций в молекулярном, полном и сокращенном ионном виде.

Раздел 2 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Лабораторная работа №9

Тема: Определение твёрдости металлов по методике Бринелля и Роквелла

Цель: формирование умений определять твердость материалов с помощью лабораторного оборудования по методике Роквелла и Бринелля

Оборудование: твердомер Роквелла, лупа Бринелля, стальные образцы с отпечатками

знания (актуализация):

– методы измерения твердости;

умения:

- пользоваться лабораторным оборудованием;
- использовать методы Роквелла и Бринелля при испытании металла на твердость на лабораторном оборудовании;
- пользоваться нормативной и справочной документацией;

Задание: Определить твердость металла по методу Роквелла и Бринеллю.

Теоретический материал

Твёрдость – способность материала сопротивляться проникновению в него другого, более твёрдого тела.

Способ Бринелля основан на том, что в плоскую поверхность металла (образца) вдавливают стальной закалённый шарик 10 мм; 5 мм; 2 мм под постоянной нагрузкой соответственно 3000кГ; 1000кГ и 750 кГ. В результате получается отпечаток в виде лунки, чем больше отпечаток, тем мягче материал. Измерил диаметр отпечатка с помощью оптической лупы, по таблице находят соответствующие значения твёрдости HB.

Преимущества способа Бринелля заключается в простоте испытания и точности получаемых результатов. Способом Бринелля не рекомендуется измерять твёрдость материалов с HB > 450, например закалённой стали, т.к. при измерении шарик деформируется и показания искажаются. Нельзя также испытывать тонкие материалы, т.к. при испытании шарик продавливает образец.

Способ Роквелла применяют при испытании твёрдых материалов. В образец вдавливают алмазный конус при вершине 120° или стальной закалённый шарик диаметром 1,59 мм. Твёрдость по Роквеллу измеряется в условных единицах. Значение твёрдости определяют по глубине отпечатка и отсчитывают по шкале индикатора, установленного на приборе. Испытание с помощью алмазного конуса применяют для твёрдых материалов при нагрузке $P = 150 \text{ кГ}$ (1500 Н) или 60 кГ (600 Н) и отсчитывают по чёрной шкале («С» или «А»).

Обозначение твёрдости: HRC – $P = 150 \text{ кГ}$; HRA – $P = 60 \text{ кГ}$.

Нагрузку $P = 60 \text{ кГ}$ применяют при испытании очень твёрдых или тонких изделий. Если при испытании берётся стальной шарик и общая нагрузка $P = 100 \text{ кГ}$ (1000 Н), то твёрдость отчитывается по шкале «В» и обозначается HRB.

Ход работы

1. Перед выполнением работы внимательно ознакомьтесь с инструкцией по технике безопасности при работе с прибором Роквелла.
2. Установите образец на столик прибора таким образом, чтобы алмазный конус был направлен в центральную часть образца, а образец был параллелен поверхности столика.
3. Вращением маховика поднимите столик до соприкосновения алмазного конуса с образцом (маленькая стрелка на индикаторе должна встать против красной точки; этим устанавливается предварительная нагрузка $P = 10 \text{ кГ} = 100 \text{ Н}$).
4. Поворотом диска установите большую стрелку на «0» чёрной шкалы «С»;
5. Включите прибор и проведите измерение.
6. Повторите измерения подобным образом 3 раза в разных точках образца.
7. Данные измерений занесите в таблицу 1.

8. На образце с отпечатками замерьте с помощью оптической лупы диаметр 3-х отпечатков, для чего совместите один край отпечатка с «0» шкалы лупы; другой край покажет диаметр отпечатка;
9. Пользуясь переводной таблицей, переведите значения твёрдости по Роквеллу HRC и диаметр отпечатка в числа твёрдости HB и занести в таблицу.
10. Ответьте на контрольные вопросы
11. Сделайте вывод.

Таблица 1 - Показатели измерений

№ измерения	Твёрдость		
	по Бринеллю	по Роквеллу	по HB (перевод)
	Диаметр отпечатка, мм	HRC	
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Контрольные вопросы:

- 1) В чём преимущество и недостатки метода Бринелля?
- 2) Почему образец должен устанавливаться параллельно поверхности столика?
- 3) Каким способом измеряют твёрдость закалённой стальной пластины толщиной 15 мм? 3 мм? Почему?
- 4) При замере твёрдости на приборе Бринелля на одном образце получился диаметр отпечатка 3,3 мм, на другом – 4,2 мм. Какой образец мягче? Почему?
6. Сдайте отчет преподавателю.

Лабораторная работа №10

Тема: Определение ударной вязкости стали

Цель работы: Формирование умений определять ударную вязкость металлов и получить практические навыки по проведению испытания на ударную вязкость металлов

Оборудование: маятниковый копер, образцы для испытания на ударную вязкость, штангенциркуль.

знания (актуализация):

– метод определения ударной вязкости;

умения:

-пользоваться лабораторным оборудованием;

- использовать метод определения ударной вязкости при испытании металла на ударную вязкость на лабораторном оборудовании;
- осуществлять расчет ударной вязкости.

Задание: Определить ударную вязкость металла.

Теоретический материал

Материалы, применяемые для изготовления деталей, работающих в условиях ударных нагрузок, подвергаются испытанию на ударную вязкость.

При испытании образец устанавливается в опорах маятникового копра надрезом в сторону, противоположную удару маятника. Маятник поднимают, при этом он приобретает запас потенциальной энергии. Падая маятник ударяет по образцу и разрушает его, на это расходуется часть энергии, оставшаяся часть энергии поднимает маятник на некоторую высоту. Работу, поглощаемую при разрушении образца, называют ударной вязкостью. Ударная вязкость KC

вычисляется по формуле:

$$KC = \frac{K}{S_0},$$

где K – работа удара, затраченная на излом образца, Дж ($\text{кГ} \cdot \text{м}$);

S_0 – площадь поперечного сечения образца в месте надреза, м^2 (см^2).

Для испытания применяют стандартный образец

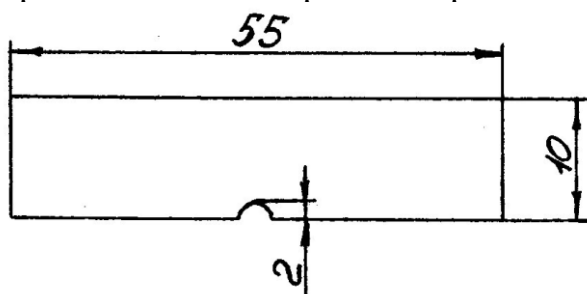


Рисунок 1 – Эскиз образца для испытания

Ход работы

1. Перед выполнением работы внимательно ознакомьтесь с инструкцией по технике безопасности при работе с маятниковым копром.
2. Запишите наименование материала образца в графу 2 таблицы 1.
3. Измерьте линейные размеры образца в месте надреза и занести в графу 3 таблицы 1.

Таблица 1 - Показатели измерений

№п/п	Материал образца	Размеры поперечного сечения образца, см	Площадь поперечного сечения образца, см ²	Полная потенциальная энергия, запасённая маятником, кГ · м	Вредная работа, совершаемая маятником на разрушение образца, кГ · м	Полезная работа, совершаемая маятником на разрушение образца, кГ · м	Ударная вязкость КС, кГ · м/см ²
1	2	3	4	5	6	7	8
1							

4. Рассчитайте площадь поперечного сечения образца и заполните графу 4 таблицы 1.
5. Нажмите на тормозную педаль и поднимите маятник до заданного положения, закрепите защёлкой; зафиксируйте полную энергию, запасённую маятником по шкале, и заполните графу 5 таблицы 1.
6. Поместите образец на опоры надрезом в сторону, противоположную удару.
7. Опустите защёлку и произведите удар по образцу.
8. Зафиксируйте вредную работу, совершаемую маятником, по шкале и заполните графу 6 таблицы 1.
9. На обратном движении маятника опустите тормозную педаль, чтобы остановить качение маятника, зафиксируйте полезную работу и заполните графу 7 таблицы 1.
10. Рассчитайте значение ударной вязкости КСУ и заполните графу 8 таблицы 1.
11. Сделайте вывод.
12. Ответьте на контрольные вопросы:
 - 1) Почему при испытаниях применяют стандартный образец?
 - 2) Какие правила техники безопасности необходимо соблюдать при испытаниях?
 - 3) Зачем на стандартном образце делают надрез?
11. Сдайте отчет преподавателю.

Лабораторная работа № 11

Тема: Испытание образца на растяжение

Цель работы: Формирование умений проводить испытание образца на растяжение

Оборудование: разрывная испытательная машина, образцы для испытания на растяжение, штангенциркуль ШЦ I-250 ГОСТ 166-89.

Знания: (актуализация):

- механические свойства металлов;
- характеристики и единицы измерения механических свойств металла.

Умения:

- пользоваться лабораторным оборудованием;
- осуществлять испытания растяжения образцов;
- проводить эксперимент;
- рассчитывать предел прочности металла.

Задание: Провести испытание на растяжение образцов стали;

Теоретический материал

Прочность – это способность материала сопротивляться действию внешних сил без разрушения.

Упругость – это способность материала восстанавливать свою первоначальную форму и размеры после прекращения действия внешних сил, вызвавших деформацию.

Пластичность – это способность материала изменять свою форму и размеры под действием внешних сил, не разрушаясь, и сохранять полученные деформации после прекращения действия внешних сил.

Статическим испытаниям на растяжение подвергают образцы стандартной формы и размеров на специальных разрывных машинах. Растягивающие усилия разрывной машины вызывают удлинение образца вплоть до его разрушения.

Образцы для испытания на растяжение состоят из рабочей части и головок, предназначенных для закрепления в захватах разрывной машины.

При статических испытаниях металлов на растяжение, кроме прочностных характеристик, определяется еще пластичность материалов. Это свойство проявляется в том, что под действием нагрузки образцы различных металлических материалов удлиняются и сужаются в разной степени. Чем больше образец способен удлиниться, а его поперечное сечение сужаться, тем пластичнее материал образца. Благодаря пластичности металлы можно обрабатывать давлением (ковкой, штамповкой, прокаткой).

Хрупкие материалы в противоположность пластичным разрушаются при статических испытаниях на растяжение без заметного удлинения, внезапно.

Хрупкость относится к отрицательным свойствам. В технике применяются не только прочные, но и пластичные материалы.

При испытаниях металлов на растяжение пластичность определяется двумя взаимосвязанными характеристиками: относительным удлинением и относительным сужением. Эти характеристики рассчитываются по результатам замеров образца до и после испытания.

Для испытания на растяжение применяют цилиндрические или плоские образцы (Рисунок 1).

Перед испытанием измеряют поперечное сечение образцов (у цилиндрических – начальный диаметр рабочей части d_0 , а у плоских – начальную толщину рабочей части a_0 и ширину b_0).

Чтобы после испытания определить удлинение, измеряют начальную расчетную длину l_0 образца с точностью до 0,1 мм. Установленная начальная расчетная длина l_0 ограничивается неглубокими кернами, рисками или иными метками.

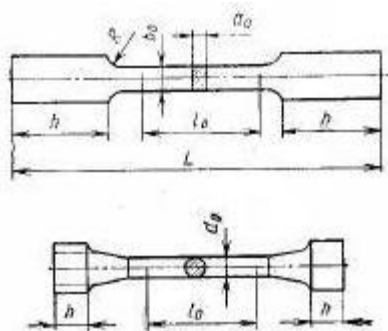


Рисунок 1 – Стандартные образцы для испытания на растяжение
 h – длина заготовки, при помощи которой образец закрепляется в захват машины; l_0 – начальная расчетная длина образца; R – радиус закругления переходной части; d_0 – начальный диаметр рабочей части плоского образца; a_0 – начальная толщина рабочей части плоского образца; b_0 – начальная ширина рабочей части плоского образца; L – общая длина образца.

Ход работы

Перед выполнением работы прослушайте инструктаж по технике безопасности

1. Произвести замеры образца для испытания штангенциркулем. Измерения поперечного сечения (диаметр) и расчетную длину образца провести в трех точках и минимальное значение занести в таблицу 1.
2. Подготовленный для испытания образец поместить в зажимы машины;
3. Включите электродвигатель.
4. Зафиксируйте крайнее правое положение, до которого дойдет стрелка прибора, т.е. наибольшую нагрузку R_{max} , предшествующую разрушению образца, и записать в таблицу 1.
5. После разрыва образца выключите электродвигатель, обе части образца вынуть из зажимов и снять с диаграммного аппарата часть бумажной ленты с записанной диаграммой.

6. Определите предел прочности (временного сопротивления), Па по формуле:

$$\sigma_B = \frac{P_{\max}}{F_0}$$

7. Полученный результат запишите в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты измерения

Марка стали	Диаметр образца, мм	Рабочая длина образца, мм	Площадь поперечного сечения образца, мм ²	Максимальная нагрузка, Н	Предел прочности (σ_B), МПа	Предел текучести (σ_T), МПа

8. Начертите диаграмму испытания образцов на растяжение, отметить на ней предел текучести и предел прочности

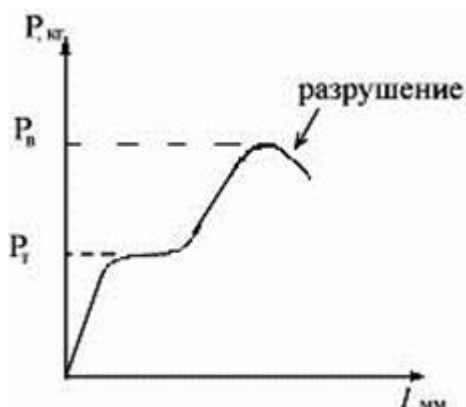


Рисунок.2 - Диаграмма испытания образца на растяжение.

9. Ответьте на контрольные вопросы
10. Оформите отчет и сдайте преподавателю.

Контрольные вопросы:

1. Какие показатели механических свойств характеризуют прочность и пластичность материала при его растяжении?
2. Как определяются прочность и пластичность, как обозначаются, в каких единицах выражаются?
3. Почему испытания на растяжение называются статическими?
4. Какие механические свойства металлов определяют при помощи этих испытаний?

Лабораторная работа № 12

Тема: Исследование микроструктуры железоуглеродистых сплавов в равновесном состоянии

Цель работы: Формирование умений исследования микроструктуры железоуглеродистых сплавов в равновесном состоянии с помощью металлографического микроскопа

Оборудование: металлографический микроскоп «МИМ-7М», набор микрошлифов углеродистых сталей с различным содержанием углерода.

Задание: Исследовать микроструктуру железоуглеродистых сплавов в равновесном состоянии

Теоретический материал

Диаграмма состояния сплавов железа с цементитом показывает превращения, происходящие при различных температурах в железоуглеродистых сплавах. Железоуглеродистые сплавы с концентрацией углерода до 2,14% называются сталями, а с концентрацией свыше 2,14% - чугунами.

Из диаграммы (рисунок 1) видно, что структура стали в равновесном состоянии определяется содержанием углерода.

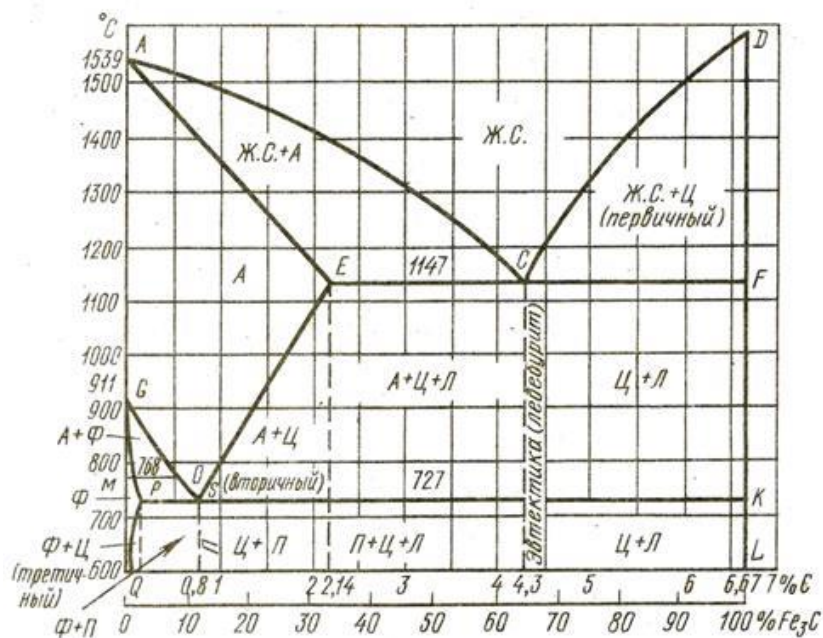


Диаграмма состояния железо - цементит
А - аустенит, П - перлит, Л - ледебурит, Ф - феррит, Ц - цементит

Рисунок 1 – Диаграмма состояния Fe-Fe₃C

Все стали с содержанием углерода до 0,8% состоят из феррита (светлый фон) и перлита (тёмный фон) и называются доэвтектоидными.

Феррит имеет зернистое строение, обладает магнитными свойствами и является самой пластичной и мягкой составляющей железоуглеродистых сплавов. Твёрдость HB = 80.

Перлит представляет собой эвтектоидную смесь, состоящую из мелких пластинок или зёрен цементита, расположенных в ферритной основе.

В доэвтектоидных сталях количество перлита увеличивается, а феррита – уменьшается пропорционально возрастанию содержания углерода. Зная процентное содержание углерода, можно определить марку стали.

Сталь с содержанием углерода 0,8% называется эвтектоидной. Её структура – перлит. Стали с содержанием углерода от 0,8 до 2,14% – заэвтектоидные, их структура – перлит и цементит вторичный.

Чугуны, кристаллизующиеся по диаграмме железо-цементит, называются белыми. В них весь углерод находится в связанном состоянии в виде цементита. Белые чугуны подразделяются на доэвтектические, эвтектические и заэвтектические.

Эвтектический белый чугун содержит 4,3% углерода, его структура – ледебурит. Доэвтектические белые чугуны содержат углерода от 2,14 до 4,3%, их структура – перлит, вторичный цементит и ледебурит. Заэвтектические белые чугуны содержат более 4,3% углерода, их структура – первичный цементит в виде крупных игл и ледебурит.

Ход работы

1. Перед выполнением работы внимательно ознакомьтесь с инструкцией по технике безопасности при работе с металлографическим микроскопом МИМ-7М.
2. Установите на предметный столик микрошлиф стали 80 так, чтобы плоскость шлифа была расположена перпендикулярно к оптической оси объекта.
3. Посмотрите микроструктуру шлифа стали 80.
4. Заполните таблицу 3:
 - 4.1 В графе №3 – напишите химический состав стали, исходя из его маркировки.
 - 4.2 В графе № 4 – зарисуйте микроструктуру стали 80.
 - 4.3 В графе №5 – напишите структурные составляющие стали 80.
5. Повторите выше описанные операции с микрошлифом стали 60 и У12А (п. 2-4).

Таблица 1 - Результаты исследования

№п/п	Наименование и марка сплава	Содержание углерода	Микроструктура	
			зарисовка	структурные составляющие

1	2	3	4	5
1	Сталь 80			
2	Сталь У12А			
3	Сталь 60			

6. По результатам работы сделайте вывод.

7. Ответьте на контрольные вопросы:

- 1) Чем отличается структура стали 80 от стали У12А?
 - 2) Чем отличается структура стали 80 от стали 60?
 - 3) Как влияет процентное содержание углерода на твердость и прочность железоуглеродистых сплавов?
8. Сдайте отчет преподавателю.

Практическое занятие №1

Тема: Исследование диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов Fe-Fe₃C

Цель работы: Формирование умений строить кривые охлаждения железоуглеродистых сплавов

знания (актуализация):

- принципы построения кривых охлаждения железоуглеродистых сплавов
- виды диаграмм железоуглеродистых сплавов;

умения:

- строить кривые охлаждения железоуглеродистых сплавов;
- читать диаграммы железоуглеродистых сплавов.

Задание: Построить кривые охлаждения сплавов со следующим содержанием углерода: 0,4%; 0,8%; 1,2%; 3,2; 4,3; 5,0%.

Теоретический материал

В доэвтектоидной стали при охлаждении происходят следующие превращения: до точки t_L начинается первичная кристаллизация: из жидкого сплава выделяются кристаллы аустенита. Процесс кристаллизации продолжается до точки t_c , при этом скорость охлаждения замедляется, т.к. выделяется теплота кристаллизации. Кривая охлаждения становится более полой. В интервале температур от t_c до A_{r3} (линия GS) превращений в сплаве не происходит, поэтому он охлаждается быстрее, и кривая становится круче. В точке A_{r3} начинается вторичная кристаллизация: из аустенита выделяются кристаллы феррита. Процесс выделения феррита продолжается до температуры 727°C - точка A_{r1} . В этом интервале температур (от A_{r3} до $t. A_{r1}$) скорость охлаждения

замедляется, потому что выделяется теплота кристаллизации феррита, и кривая охлаждения становится более пологой.

В точке Ag_1 оставшийся аустенит приобретает эвтектоидную концентрацию углерода – 0,8% и при постоянной температуре превращается в перлит. На кривой охлаждения образуется горизонтальный участок – площадка.

При дальнейшем охлаждении превращения не происходят, сталь охлаждается быстро, кривая охлаждения становится круче.

Доэвтектоидная сталь ниже точки Ag_1 состоит из перлита и феррита.

Аналогично строятся кривые охлаждения эвтектоидной и заэвтектоидной сталей.

В заэвтекктическом чугуне происходят следующие превращения: до точки t_L сплав находится в жидком состоянии. В точке t_L начинается первичная кристаллизация: из жидкого сплава выделяются кристаллы цементита первичного. Процесс кристаллизации продолжается до точки t_c , скорость охлаждения замедляется, т.к. выделяется теплота кристаллизации, кривая охлаждения становится пологой. В точке t_c оставшаяся жидкая часть сплава приобретает эвтектическую концентрацию (4,3% углерода) и при постоянной температуре (1147°C) превращается в ледебурит. На кривой охлаждения образуется горизонтальный участок. В интервале температур t_c и Ag_1 происходит быстрое охлаждение. При температуре Ag_1 аустенит, входящий в состав ледебурита, превращается в перлит, поэтому на кривой охлаждения вновь появляется горизонтальный участок. Ниже точки Ag_1 превращений в сплаве не происходит, поэтому кривая охлаждения становится круче. Ниже точки Ag_1 заэвтектический чугун состоит из ледебурита (перлитного) и цементита первичного.

Аналогично строятся кривые охлаждения для эвтектического и доэвтектического чугунов.

Ход работы

1. Начертите диаграмму Fe-Fe₃C (Приложение А).
2. Обозначьте на диаграмме критические точки.
3. Начертите 6 графиков, в координатах: время охлаждения – температура для построения кривых охлаждения.
4. Постройте кривую охлаждения для сплава с содержанием углерода равным 0,4%:
 - 4.1 Отметьте на диаграмме **точку** концентрации углерода, равную 0,4%.
 - 4.2 Проведите через отмеченную точку перпендикуляр.
 - 4.3 Обозначьте точки пересечения этого перпендикуляра с линиями диаграммы.
 - 4.4 Перенесите эти точки на первый график в координатах: время охлаждения – температура.

- 4.5 Пронумеруйте перенесенные точки.
- 4.6 Соедините перенесенные точки плавными линиями.
5. Постройте кривые охлаждения для сплавов с содержанием углерода равным: 0,8%; 1,2%; 3,2; 4,3; 5,0% (п.4), повторив выше описанные действия.
6. Сделайте вывод по выполненной работе.
7. Ответьте на контрольные вопросы:
- 1) Что общего между эвтектическим и эвтектоидным сплавом?
 - 2) Почему на отдельных участках наклон кривых охлаждения более пологий?
 - 3) Чем объясняется наличие горизонтальных площадок на кривых охлаждения
6. Оформите отчет и сдайте его преподавателю.

Лабораторная работа № 13

Тема: Проведение закалки и отпуска стальных образцов с испытанием твёрдости

Цель работы: Формирование умений осуществлять термообработку и проводить испытания металла на твердость.

Оборудование: муфельная электрическая печь, закалочный бак с водой, твердомер Роквелла, клещи, образцы стали 45, марочник сталей.

Знания (актуализация):

- свойства металлов;
- температурные режимы закаливания металлов.

Умения:-

- пользоваться лабораторным оборудованием;
- осуществлять термообработку металла для увеличения показателей твердости;
- проводить эксперимент;
- измерять твердость.

Задание: Провести закалку и отпуск стальных образцов с испытанием твердости методом Роквелла.

Теоретический материал

Закалкой называют процесс термической обработки – нагрев стали выше термической температуры, выдержка и последующее быстрое охлаждение с целью получения неравновесной структуры. В результате закалки повышается прочность и твёрдость и понижается пластичность стали. Основные параметры при закалке: температура нагрева, выдержка и скорость охлаждения.

При закалке доэвтектоидные стали нагреваются до температуры на $30 \div 50$ градусов выше точки A_{c3} .

При закалке заэвтектоидные стали нагреваются до температуры на $30 \div 50$ градусов выше точки A_{c1} .

В зависимости от размеров деталей и теплопроводности стали выбирают время нагрева. Время выдержки при температуре закалки выбирают таким, чтобы полностью завершились фазовые превращения. Практически время нагрева в электропечах принято $1,5 \div 2$ мин на 1 мм сечения.

Скорость охлаждения стали, нагретой до температуры закалки, оказывает решающее влияние на результат закалки. Наиболее распространённые закалочные среды: вода, водные растворы солей и щелочей, масло, воздух, расплавленные соли.

Вода охлаждает гораздо быстрее, чем масло: в 6 раз быстрее при температуре $550 - 650$ °С и в 28 раз быстрее при 200 °С. Поэтому воду применяют для охлаждения сталей с большой критической скоростью закалки (углеродистых сталей), а в масле охлаждают стали с малой критической скоростью закалки (легированные стали). Основной недостаток воды как охладителя – высокая скорость охлаждения при пониженных температурах в области образования мартенсита, что приводит к возникновению больших структурных напряжений и создаёт опасность возникновения трещин. Добавление к воде солей, щелочей увеличивает её закалывающую способность.

Масло охлаждает значительно медленнее, чем вода, но преимущество масла как охладителя заключается также в том, что оно обладает наибольшей скоростью охлаждения в области температур мартенситного превращения, поэтому при охлаждении в масле опасность образования трещин резко уменьшается. Недостатки масла – это легкая воспламеняемость, пригорание к поверхности деталей.

Основные способы закалки:

- закалка в одной среде;
- закалка в двух средах (через воду в масло);
- ступенчатая закалка;
- изотермическая закалка.

Отпуском называют процесс термической обработки – нагрев закалённой стали до температуры не выше точки A_{c1} .

Отпуск проводят для снижения или полного устранения внутренних напряжений, уменьшения хрупкости закалённой стали и получения требуемой структуры и механических свойств. В зависимости от температуры отпуск делят на низкий, средний и высокий.

Низкий отпуск – нагрев стали до температуры не более 200 °С и охлаждение для получения структуры мартенсита отпуска и частичного снятия внутренних напряжений.

Средний отпуск – нагрев стали от 350 °С до 500 °С и охлаждение для получения структуры троостита отпуска.

Высокий отпуск – нагрев стали от 500 °С до 650 °С и охлаждение для получения структуры сорбита отпуска. Закалку с высоким отпуском называют улучшением.

Ход работы

1. Перед выполнением работы внимательно ознакомьтесь с инструкцией по технике безопасности при работе с муфельной электропечью и твердомером Роквелла.
2. Определите температуру закалки стали 45 по диаграмме «железо-цементит», сравните её со справочными данными по марочнику.
3. Замерьте твёрдость образцов до закалки (в нормализованном состоянии) методом Роквелла и занести результаты в таблицу 1.

Таблица 1 - Показатели измерений

№п/п	Марка стали	Твёрдость до закалки, HRC ₃	Закалка			Твёрдость после закалки, HRC ₃	Отпуск			Твёрдость после отпуска, HRC ₃
			Температура, °C	Время нагрева и выдержки, мин	Охлаждающая среда		Температура, °C	Время нагрева и выдержки, мин	Охлаждающая среда	
1										
2										

4. Определите время выдержки в печи, исходя из размеров печи.
5. Определите температуру нагрева в печи, исходя из процентного содержания углерода.
6. Загрузите образцы в печь, нагретую до заданной температуры, и выдержите установленное время.
7. Закалите образцы в воде, не допуская образования «паровой рубашки»:
 - перемещайте образцы клещами в воде «восьмёркой»;
 - образец возьмите клещами за «бочку», а не за торцы.
6. После остывания образцов замерьте твёрдость и занесите результаты в таблицу 5.
7. Произведите отпуск образцов при температуре равной 600 °C в течение 30 минут с охлаждением на воздухе (для экономии времени охлаждение можно провести в воде).
8. Замерьте твёрдость и занесите результаты в таблицу 4.
9. По результатам работы сделайте вывод.
10. Ответьте на контрольные вопросы:
 - 1) Как выбрать температуру закалки доэвтектоидной и заэвтектоидной стали?
 - 2) Почему при закалке детали (образцы) необходимо прокачивать?
 - 3) Почему твёрдость образцов из стали 45 после закалки в масле меньше, чем при закалки в воде?
 - 4) Какой способ закалки используется в лабораторной работе?

- 5) Что такое улучшение?
11. Сдайте отчет преподавателю.

Лабораторная работа № 14

Тема: Исследование микроструктуры сталей после термической и химико-термической обработки

Цель работы: Формирование умений определять микроструктуру сталей после термической и химико-термической обработки с помощью лабораторного оборудования

Оборудование: металлографический микроскоп «МИМ-7», набор микрошлифов сталей 45, У10 и 20, плакат «Диаграмма железо-цементит».

знания (актуализация):

– микроструктура сталей после термической и химико-термической обработки;

умения:

- пользоваться лабораторным оборудованием;
- различать структуры различных сталей после термической и химико-термической обработки.

Задание: Исследуйте структуру металла после термической и химико-термической обработки.

Теоретический материал

Целью термической обработки стали является изменение свойств путём изменения её фазового состава и структуры. Равновесная структура стали, соответствующая диаграмме состояния «железо-цементит», формируется в результате отжига. В результате полного отжига доэвтектоидная сталь приобретает равновесную структуру перлита и феррита с высокой пластичностью и вязкостью. После нормализации доэвтектоидная сталь имеет такую же структуру, что и после полного отжига, но перлит становится более дисперсным, при этом незначительно увеличиваются твёрдость и прочность.

После закалки углеродистые стали получают следующую структуру:

- доэвтектоидные стали – мартенсит (полная закалка);
- заэвтектоидные – мартенсит и карбиды (неполная закалка).

Применение неполной закалки для заэвтектоидных сталей позволяет получить высокую твёрдость за счёт наличия в структуре карбидов (цементита Fe_3C).

Мартенситная структура обладает высоким уровнем остаточных напряжений, высокой твёрдостью, прочностью, хрупкостью. Поэтому для снижения остаточных напряжений и получения более равновесных структур распада мартенсита закалённую сталь подвергают отпуску. При низком отпуске частично снимаются напряжения и получается структура мартенсит отпуска,

при среднем отпуске – троостит отпуска, при высоком – сорбит отпуска. Образующиеся при отпуске ферритно-цементитные смеси – троостит отпуска и сорбит отпуска – имеют зернистое строение в связи с округлой формой частиц карбидной фазы в отличие от имеющих пластинчатое строение троостита и сорбита, образуемых в результате диффузионного превращения переохлаждённого аустенита.

После цементации поверхность низкоуглеродистой стали насыщается углеродом с образованием цементита – карбидов железа. Карбиды располагаются по границам зёрен перлита и могут образовывать цементитную сетку. Цементированный слой состоит (условно) из трёх зон:

- заэвтектоидной – расположенной у поверхности и имеющей структуру заэвтектоидной стали (перлит и цементит) с содержанием углерода 0,8 – 1,0%;
- эвтектоидной – имеющей структуру эвтектоидной стали – перлит с содержанием углерода 0,8%;
- доэвтектоидной – имеющей структуру доэвтектоидной стали – перлит и феррит, содержание углерода 0,8%.

После цементации деталь обязательно подвергают закалке и низкому отпуску, при этом получается структура мартенсит отпуска – в цементированном слое, а в сердцевине детали – малоуглеродистый мартенсит. В результате закалки твёрдость и износостойкость поверхности детали становятся высокой, а твёрдость сердцевины детали повышается незначительно из-за низкого содержания углерода. В связи с наивысшим содержанием углерода самая высокая твёрдость наблюдается на поверхности детали.

Ход работы

1. Перед выполнением работы внимательно ознакомьтесь с инструкцией по технике безопасности при работе с металлографическим микроскопом.
2. Установите на предметный столик микрошлиф стали 45 так, чтобы плоскость шлифа была расположена перпендикулярно к оптической оси объекта.
3. Посмотрите микроструктуру шлифа стали 45 на микроскопе.
4. Заполните таблицу 1:
 - 4.1 В колонке №3 – напишите вид термообработки, исходя из микроструктуры стали 45, увиденной в микроскоп.
 - 4.2 В колонке № 4 – зарисуйте микроструктуру стали 45.
 - 4.3 В колонке №5 – напишите структурные составляющие стали 45.
5. Повторите выше описанные операции с микрошлифом стали 20 и У10 (п. 2-4).

Таблица 1 - Микроструктура сталей

№п/п	Наименование и марка сплава	Вид термообработки	Микроструктура	
			Зарисовка	Структурные составляющие
1	2	3	4	5
1	45			
2	У10			
3	20			

6. По результатам работы сделайте вывод.

7. Ответьте на контрольные вопросы:

1) Почему после закалки повышается твёрдость?

2) Зачем после закалки делают отпуск?

3) Почему после цементации, закалки и низкого отпуска поверхность детали становится очень твёрдой, а твёрдость сердцевины возрастает незначительно?

8. Сдайте отчет преподавателю.

Практическое занятие № 2

Тема: Выбор режима закалки стальной детали

Цель работы: Формирование умений назначать режим закалки стальной детали

знания (актуализация):

- виды закалки сталей;
- режимы закалки;
- методика построения графика термообработки

умения:

- назначать закалку сталей;
- строить график термообработки.

Задание: Назначить режим закалки детали (марка стали и размеры детали получить у преподавателя). При работе использовать диаграмму Fe-Fe₃C и марочник сталей и сплавов.

Теоретический материал

Температура закалки определяется по формуле:

$T_{\text{зак}} = A_{c3} + 30 \dots 50^{\circ}\text{C}$ – для доэвтектоидных сталей,

$T_{\text{зак}} = A_{c1} + 30 \dots 50^{\circ}\text{C}$ – для заэвтектоидных сталей.

Время нагрева детали под закалку зависит от нагревающей способности среды, размеров и формы деталей, от их укладки в печи и определяется по формуле:

$$T_{\text{н}} = 0, D_1 K_1 K_2 K_3, \text{мин.} \quad (1),$$

где D_1 – минимальный размер (минимальная толщина), мм

K1 – коэффициент среды (для газа – 2, для соли-1, для металла – 0,5),
K2 – коэффициент формы (для шара – 1, для цилиндра – 2, для параллелепипеда – 2,5, для пластины – 4),
K3 – коэффициент равномерности нагрева (всесторонний нагрев – 1, односторонний нагрев – 4).
Все это относится к температуре нагрева 800-900°C, если температура больше, то время нагрева меньше, и наоборот, чем меньше температура, тем медленнее нагрев. Детали из углеродистых конструкционных сталей закаливают в воде, углеродистых инструментальных – через воду в масло, легированных – в масле.

Ход работы

1. Для заданной марки стали определить температуру A_{c3} по диаграмме Fe-Fe₃C и по марочнику.
2. Рассчитать температуру заковки и сравнить ее со справочными данными.
3. Определить время нагрева под заковку и охлаждающую среду.
4. Построить график заковки в координатах «температура - время».
5. По результатам работы сделать вывод о проделанной работе.

Практическая работа № 3

Тема: Выбор режима отпуска закаленной детали в зависимости от требуемой твердости

Цель работы: Формирование умений назначать режим отпуска закаленной детали в зависимости от требуемой твердости, назначать время отпуска и среду охлаждения.

знания (актуализация):

- виды отпуска;
- режимы отпуска;
- методика построения графика отпуска;

умения:

- назначать отпуск стали;
- строить график отпуска.

Задание: Назначить режим отпуска закаленной детали (необходимые данные для работы по своему варианту получить у преподавателя). При работе использовать марочник сталей и сплавов.

Теоретический материал

Отпуск - заключительная операция термообработки стали, которая заключается в нагреве ниже температуры перлитного превращения (727°C), выдержке и последующем охлаждении. При отпуске формируется окончательная структура стали. Цель отпуска – получение заданного комплекса механических свойств и полное или частичное закалочных напряжений. Выбор

твердости детали после закалки и отпуска определяется условиями работы этой детали и зависит от температуры отпуска: чем выше температура, тем сильнее снижается твердость. Это связано с распадом мартенсита и образованием различных ферритно-карбидных смесей – троостита отпуска и сорбита отпуска.

Виды отпуска:

1. Низкий отпуск – температура 150-220°C – делают для режущего и измерительного инструмента из углеродистых и легированных сталей, а также машиностроительных деталей, которые должны обладать высокой твердостью и износостойкостью. Микроструктура стали после такого отпуска – отпущенный мартенсит.
2. Средний отпуск – температура 350-450°C – обеспечивает высокий предел прочности, упругости и выносливости, хорошую сопротивляемость ударным нагрузкам. Применяется для пружин, рессор и инструмента, который должен иметь значительную прочность при достаточной вязкости. Микроструктура стали после среднего отпуска – троостит отпуска.
3. Высокий отпуск – температура 450-650°C, микроструктура – сорбит отпуска. Закалка с высоким отпуском называется улучшением, а стали, подвергаемые улучшению – улучшаемыми. Детали из таких сталей после закалки и высокого отпуска имеют оптимальное сочетание прочности и пластичности, что позволяет применять их в условиях воздействия высоких напряжений и ударных нагрузок. Это основной вид термообработки конструкционных сталей.

Отпуск легированных сталей проводят при более высоких температурах, чем углеродистых, чтобы ускорить диффузию легирующих элементов. Все легирующие элементы, особенно хром, молибден, кремний затрудняют процесс распада мартенсита при нагреве, тем самым температуру отпуска.

Ход работы

1. Заданную твердость в единицах HRCэ перевести в числа твердости HB.
2. По марочнику найти температуру отпуска для данной марки стали и твердости HB.
3. Рассчитать время отпуска, определить охлаждающую среду, исходя из размеров образца и марки стали.
4. Построить график отпуска в координатах «температура - время».
5. По результатам работы сделать вывод.

Лабораторная работа № 15

Тема: Исследование микроструктуры чугунов

Цель работы: Формирование умений исследовать структуру различных чугунов с помощью лабораторного оборудования.

Оборудование: металлографический микроскоп «МИМ-7М», набор микрошлифов различных чугунов, плакат «Диаграмма состояния сплавов железа с цементитом».

знания (актуализация):

- виды чугунов;
- структуры и механические свойства чугунов различных марок.

умения:

- различать структуры чугунов с помощью микроскопа.

Задание: Исследовать микроструктуру чугунов с помощью металлографического микроскопа «МИМ-7М».

Теоретический материал

В зависимости от характера структуры различают белый, половинчатый, серый, ковкий и высокопрочный чугун. В белом чугуне весь углерод находится в связанном состоянии, т.е. в виде цементита Fe_3C . Такой чугун имеет белый излом, очень твёрдый, хрупкий, поэтому не применяется для изготовления деталей машин, а используется для отливки деталей с последующим отжигом на ковкий чугун. Кристаллизуется по диаграмме «Fe-Fe₃C». Белый чугун в зависимости от содержания углерода бывает доэвтектическим (от 2,14 до 4,3% углерода), эвтектическим (4,3% углерода) и заэвтектическим (от 4,3 до 6,67% углерода). В структуре белого чугуна присутствуют перлит, ледебурит и цементит первичный.

Половинчатый чугун содержит углерод в связанном состоянии (цементит) и в свободном (графит). Структура – перлит, ледебурит и пластинчатый графит.

Механические свойства чугуна определяются свойствами его металлической основы, а также количеством, размером и характером распределения в ней графитовых включений. В состав серых чугунов входят следующие элементы: 2,9 – 3,6% углерода, 0,3 – 1,4% марганца, 1,5 – 3,5% кремния, до 0,12% серы, до 0,5% фосфора. Содержание кремния и марганца меняются в зависимости от марки и назначения чугуна. Структура металлической основы и характер расположения в ней графитовых включений зависят от состава, условий отливки и последующей термической обработки чугуна. Так, повышенное содержание марганца препятствует, а повышенное содержание кремния способствует выделению графита. Медленное охлаждение чугуна способствует, а ускорение препятствует выделению графита. Введение небольших количеств магния, кремния, силикокальция в чугун перед разливкой (модифицирование чугуна) способствует выделению графита в глобулярной или мелкопластинчатой форме.

Количество, размер и форма графитовых включений выявляется на нетравленных шлифах при увеличении в 100 раз. При травлении чугуна выявляется его металлическая основа.

Микроструктура серого чугуна состоит из включений пластинчатого графита и перлитной, феррито-перлитной или ферритной металлической основы, а также фосфидной эвтектике (при повышенном содержании фосфора в чугуне). Серые чугуны имеют хорошие литейные свойства, хорошо обрабатываются резанием, износостойкие, имеют высокие демпфирующие способности (свойство гасить вибрацию). Из них изготавливают станины различного оборудования, коленчатые и распределительные валы тракторных и автомобильных двигателей и другие детали.

Ковкий чугун состоит из графита хлопьевидной формы и перлитной, перлитно-ферритной или ферритной металлической основы. Ковкий чугун более пластичен по сравнению с серым, но его никогда не коуют. Отливки из ковкого чугуна получают из отливок белого чугуна длительным отжигом, при этом происходит распад цементита с выделением графита хлопьевидной формы. Из ковкого чугуна изготавливают детали высокой прочности, способные воспринимать повторно-переменные и ударные нагрузки и работающие в условиях повышенного износа: картер заднего моста, тормозные колодки, ступицы, шестерни и др.

Высокопрочный чугун получают модифицированием жидкого чугуна магнием и кремнием перед заливкой. В результате получаются мелкие включения графита шаровидной формы. Шаровидный графит, имеющий минимальную поверхность при данном объеме, значительно меньше ослабляет металлическую основу чугуна, чем пластинчатый графит. Металлическая основа высокопрочных чугунов – перлитная, перлитно-ферритная и ферритная. Чугуны с шаровидным графитом имеют более высокие механические свойства, в частности, прочность, по сравнению с серыми чугунами, хорошие литейные свойства, обрабатываемость резанием, способность гасить вибрации, высокую износостойкость. Из высокопрочного чугуна изготавливают детали прокатных станов, кузнечно-прессового оборудования, тракторов, автомобилей (коленвалы, гильзы цилиндров, поршни).

Ход работы

1. Установите на предметный столик микрошлиф чугуна так, чтобы плоскость шлифа была расположена перпендикулярно к оптической оси объекта.
2. Глядя в окуляр микроскопа, определите микроструктуру чугуна.
3. По микроструктуре (увиденной в окуляр микроскопа) определите вид чугуна.
4. Заполните таблицу 1:
 - 4.1 В графе № 2 – напишите вид чугуна.
 - 4.2 В графе №3 – зарисуйте микроструктуру чугуна.
 - 4.3 В графе № 4 – напишите структурные составляющие.
 - 4.4 В графе №5 – напишите область применения данной марки чугуна.

Таблица 1 - Микроструктура чугуна

№п/п	Вид чугуна	Микроструктура	
		зарисовки	структурные составляющие
1	2	3	4

5. Сделайте вывод.

6. Ответьте на контрольные вопросы:

1. Чем (по структуре) отличается высокопрочный чугун от ковкого?
2. Чем (по структуре) отличается высокопрочный чугун от серого?
3. Чем (по структуре) отличается серый чугун от ковкого?
7. Сдайте отчет преподавателю.

Практическое занятие №4

Тема: Выбор режима термообработки чугунной отливки

Цель работы: Научиться выбирать режим термообработки чугунной отливки
знания (актуализация):

- виды термообработки для чугунной отливки;
- режимы термообработки чугунной отливки;
- методика построения графика термической обработки;

умения:

- назначать термическую обработку для чугунной отливки;
- строить график термической обработки

Задание: Назначить режимы термообработки отливки из чугуна марки СЧ20 для снятия внутренних напряжений и для устранения отбела.

Теоретический материал

После литья чугунные отливки обычно подвергают отжигу. Вид отжига определяется микроструктурой чугуна: если в ней нет свободного цементита или он содержится в количестве, допускаемыми техническими условиями на данный чугун, то делают низкотемпературный отжиг с целью снятия внутренних напряжений, возникших в результате затвердевания отливки. Температура такого отжига – 550-650°C, нагрев ведут медленно, со скоростью не более 100°C в час. Продолжительность отжига зависит от размеров отливки и составляет от 3-х до 7 часов. Охлаждение отливок после отжига проводится в печи со скоростью не более 50°C в час с целью предотвращения возникновения новых напряжений в отливках. Наличие в микроструктуре свободного, то есть не связанного в перлит, цементита приводит к снижению механических свойств, повышению твердости и хрупкости и, следовательно, ухудшению обрабатываемости резанием.

Присутствие на поверхности отливки свободного цементита, приводящего к увеличению твердости, называется отбелом. Причиной отбела могут быть отклонения по химическому составу и повышенная скорость затвердевания отливки. Для устранения отбела отливки подвергают высокотемпературному отжигу, при котором происходит распад свободного цементита с образованием графита. Режим такого отжига:

- Посадка отливок в печь при температуре не выше 200°C, чтобы не допустить возникновения температурных напряжений;
- Медленный нагрев со скоростью не более 100°C в час до температуры 700...750°C, выдержка при этой температуре 1...1,5 часа для выравнивания температуры;
- Нагрев до температуры 920...950°C, выдержка 3...3,5 часа;
- Охлаждение с печью со скоростью не более 50°C в час до температуры 150...200°C, дальнейшее охлаждение – на воздухе или с печью.

Ход работы

1. Назначьте режим отжига с целью снятия внутренних напряжений в отливке.
2. Назначьте режим отжига для устранения отбела.
3. Постройте графики режимов отжига в координатах «температура - время».
4. Ответьте на контрольные вопросы.
5. По результатам работы сделайте вывод.

Лабораторная работа № 16

Тема: Исследование микроструктуры цветных металлов

Цель работы: Формирование умений исследовать микроструктуру промышленных сплавов цветных металлов.

Оборудование: металлографический микроскоп «МИМ-7М», микрошлифы цветных сплавов, справочник по цветным металлам.

знания (актуализация):

- микроструктура промышленных сплавов цветных металлов;

умения:

- пользоваться лабораторным оборудованием;
- определять микроструктуры цветных металлов с помощью металлографического микроскопа «МИМ-7М»,

Задание: Исследовать микроструктуру промышленных сплавов цветных металлов с помощью металлографического микроскопа «МИМ-7М».

Теоретический материал

Наиболее широко распространены цветные сплавы на основе меди, алюминия и олова. *Сплавы на основе меди* – латуни (сплав меди с цинком) и бронзы (сплавы меди с другими элементами: оловом, алюминием, кремнием, бериллием и т.д.). Они бывают деформируемые и литейные.

Латуни, содержащие до 39% цинка, являются однофазными (структура состоит из α -фазы). Эти латуни пластичны, хорошо обрабатываются давлением в горячем состоянии, коррозионностойкие, имеют хорошие литейные свойства. Латуни, содержащие от 39 до 46% цинка, являются двухфазными – имеют структуру $\alpha+\beta$. β -фаза хрупкая и твёрдая, поэтому двухфазные латуни имеют более высокую прочность и меньшую пластичность, чем однофазные.

Микроструктура литой α -латуни имеет дендритное строение, а микроструктура деформированной α -латуни после холодной обработки и рекристаллизационного отжига состоит из зёрен с двойниками и отличается низкой твёрдостью и высокой пластичностью.

Микроструктура $\alpha+\beta$ -латуни состоит из светлых полей α -фазы и тёмных полей β -фазы. Для повышения механических свойств и химической стойкости в латуни вводят легирующие элементы: алюминий, никель, марганец, кремний.

Бронзы по основным легирующим элементам подразделяют на оловянистые, свинцовистые, кремнистые, бериллиевые и т.д.

Микроструктура литой оловянистой бронзы (10% Sn) состоит из тёмных дендритов α -твёрдого раствора олова в меди, богатых медью, и светлых дендритов, богатых оловом и содержащие эвтектид $\alpha+\text{Cu}_{31}\text{Sn}_8$. Двухфазная алюминиевая бронза БрА10 наряду с кристаллами α -фазы имеет в структуре эвтектидную составляющую δ . Такие бронзы могут подвергаться закалке. Если их нагреть до β -фазы и затем охладить в воде, то образуется игольчатая структура, подобная структуре мартенсита.

Сплавы на основе алюминия обладают малой плотностью, бывают литейные и деформируемые. Для получения прочных сплавов их легируют различными элементами в количествах, способствующих образованию двухфазной структуры. Дуралюмины (Д1, Д16) – деформируемые сплавы алюминия с медью, магнием и марганцем. Для упрочнения их подвергают закалке и естественному старению. Микроструктура сплава Д1 после такой термообработки состоит из твёрдого раствора и высокодисперсных включений CuAl_2 и Al_2MgCu , располагающихся по границам и внутри зёрен.

Наиболее распространёнными литейными алюминиевыми сплавами являются силумины – сплавы алюминия и кремния (АЛ2, АЛ9). Для повышения механических свойств силумины модифицируют, вводя в расплав смесь солей NaF и NaCl . Структура немодифицированного силумина АЛ2 состоит из α -твёрдого раствора кремния в алюминии (основной светлый фон) и эвтектики $\alpha+\text{Si}$ (тёмные участки) грубого строения, в которой кремний находится в виде крупных игл. Немодифицированный силумин обладает

инзкими механическими свойствами. Структура модифицированного силумина АЛ2 мелкозернистая и состоит из первичных дендритов α -твёрдого раствора (светлый фон) и мелкой (дисперсной) эвтектике $\alpha + \text{Si}$ (тёмный фон).

Сплавы на основе олова и свинца – баббиты применяются в качестве антифрикционных (подшипниковых). Структура таких сплавов состоит из вязкой, пластичной основы и твёрдых (опорных) включений. Структура оловянистого баббита Б83 состоит из твёрдого α -раствора сурьмы в олове (вязкая составляющая), светлых крупных кристаллов прямоугольной формы и треугольной формы SnSb и мелких кристаллов, соединения Cu_3Sn (твёрдые опорные включения).

Ход работы

1. Установите на предметный столик микрошлиф сплава цветного металла так, чтобы плоскость шлифа была расположена перпендикулярно к оптической оси объекта.
2. Глядя в окуляр микроскопа, определите микроструктуру сплава цветного металла.
3. По микроструктуре (увиденной в окуляр микроскопа) определите вид сплава цветного металла.
4. Заполните таблицу 1:
 - 4.1 В графе № 2 – напишите вид сплава цветного металла.
 - 4.2 В графе №3 – зарисуйте микроструктуру сплава цветного металла.
 - 4.3 В графе № 4 – напишите структурные составляющие.

Таблица 1 - Микроструктура сплава цветного металла

№п/п	Вид сплава цветного металла	Микроструктура	
		зарисовки	структурные составляющие
1	2	3	4

5. Сделайте вывод.
6. Ответьте на контрольные вопросы:
 - 1) Как называется сплав алюминия и кремния. Приведите маркировку литейного сплава.
 - 2) Какая система сплава Д1?
 - 3) Из чего состоит микроструктура латуни Л90?
 - 4) Какая маркировка у бронзы, имеющей в составе 10% Sn?
7. Сдайте отчет преподавателю.

Лабораторная работа №17

Тема: Исследование микроструктуры и свойств легированных сталей

Цель работы: Формирование умений исследовать микроструктуру и свойства легированных сталей на микроскопе.

Оборудование: металлографический микроскоп «МИМ-7М», набор микрошлифов сталей, марочник сталей.

знания (актуализация):

- микроструктура и свойства легированных сталей;

умения:

- пользоваться лабораторным оборудованием;
- различать структуры и свойства различных легированных сталей

Задание: Исследовать микроструктуру легированных сталей с помощью металлографического микроскопа «МИМ-7М».

Теоретический материал

Легированными называют стали, содержащие наряду с углеродом различные элементы (как правило, металлы), вводимые для получения требуемых свойств. Легирующие элементы взаимодействуют в стали с железом и углеродом, влияют на распад аустенита и мартенситное превращение. Они могут растворяться в металлической основе стали, тем самым упрочняя её, изменять интервалы температур устойчивого состояния феррита и аустенита, то обусловлено влиянием легирующих элементов на полиморфизм железа.

Легирующие элементы снижают критическую скорость закалки, что позволяет получить структуру мартенсита даже при охлаждении на воздухе. По структуре в отожжённом состоянии легированные стали делят на классы: перлитный (доэвтектоидные, эвтектоидные и заэвтектоидные стали), ферритный, аустенитный, карбидный (ледебуритный), по структуре в нормализованном состоянии – перлитный, мартенситный, аустенитный.

К *перлитному* классу относятся конструкционные и инструментальные низколегированные стали, например 45Х, 38ХС, 9ХС и др.

К *мартенситному* классу – среднелегированные стали – 18Х2Н4МА, 40Х13 и др.

К *аустенитному* классу – стали с высоким содержанием Ni, Mn – 12Х18Н9Т и др. Такие стали коррозионностойкие и жаропрочные.

Карбидные (ледебуритные) – это инструментальные стали, содержат большое количество углерода и карбидообразующих элементов, в структуре присутствуют первичные карбиды (отсюда и название класса) – Р18, Р6М5, Х12М и др.

К *ферритному* классу относятся стали с большим содержанием Cr, Si и др. элементов, сужающих область существования аустенита, например, стали 12Х17, 15Х28.

Ход работы

1. Установите на предметный столик микрошлиф стали так, чтобы плоскость шлифа была расположена перпендикулярно к оптической оси объекта.
2. Глядя в окуляр микроскопа, определите микроструктуру стали.
3. По микроструктуре (увиденной в окуляр микроскопа) определите структурный класс стали.
4. Заполните таблицу 1:
 - 4.1 В графе № 3 напишите химический состав стали, исходя из его маркировки.
 - 4.2 В графе № 4 зарисуйте микроструктуру стали.
 - 4.3 В графе № 5 напишите структурный класс стали.
 - 4.4. В графе № 6 укажите основные свойства стали определенного класса, выделив характерные особенности

Таблица 1 - Микроструктура стали

Марка стали	Термообработка	Химический состав, %	Микроструктура	Структурный класс стали	Основные свойства
1	2	3	4	5	6
45X	Нормализация				
45X	Закалка с высоким отпуском				
P18	Ковка и отжиг				
P18	Закалка и трехкратный отпуск				
12X18H9T	Закалка в воде при $t = 1110^{\circ}\text{C} - 1150^{\circ}\text{C}$				
40X13	Закалка в масле или на воздухе при $t = 1000^{\circ}\text{C} - 1050^{\circ}\text{C}$				
12X17	Закалка в воде при $t = 1100^{\circ}\text{C} - 1150^{\circ}\text{C}$				

5. Сделайте вывод.
6. Ответьте на контрольные вопросы:
 - 1) Для чего изготавливают легирование стали?
 - 2) Какую структуру должны иметь коррозионностойкие стали?
 - 4) Для чего быстрорежущие стали должны иметь высокую твердость? Каким образом она достигается?
7. Сдайте отчет преподавателю.

Практическая работа № 5

Тема: Расчет припуска под механическую обработку поковки.

Цель работы: формировать умения расчета припусков под механическую обработку поковки.

Задание. Рассчитать припуск под механическую обработку поковки шестерня из стали (в соответствии со своим вариантом из таблицы 1).

Таблица 1 - Варианты заданий

Исходные данные	Обозначения	Номер варианты													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Внутренний диаметр ступицы, мм	d_0	20	35	40	65	40	36	42	46	30	35	25	40	20	40
Высота ступицы, мм	H	60	66	70	75	85	80	110	140	70	75	68	70	60	72
Наружный диаметр ступицы, мм	d_1	30	48	50	74	55	—	—	58	40	45	36	—	—	52
Наружный диаметр шестерни, мм	d_2	42	68	60	85	65	90	100	160	60	65	55	60	40	66
Толщина фланца, мм	t	40	42	65	58	60	—	—	110	50	55	44	—	—	60
Объем детали, см ³	$V_{\text{д}}$	50	132	105	223	151	427	788	2057	153	178	132	100	46	160
Масса детали, кг	m	0,4	1,0	0,8	1,7	1,2	3,3	6,2	16,1	1,2	1,4	1,0	0,8	0,4	1,3
Марка стали		45	30ХГС	45ХН	40Х	40ХНМ А	18ХГТ	35	45Г	38ХС	40Г2	30ХМА	65	45Х2Н4	12ХН3А
ГОСТ		1050	4543	4543	4543	4543	4543	1050	4543	4543	4543	4543	14959	4543	4543
Группа стали		М2	М1	М2	М2	М2	М3	М1	М2	М2	М2	М1	М3	М2	М3

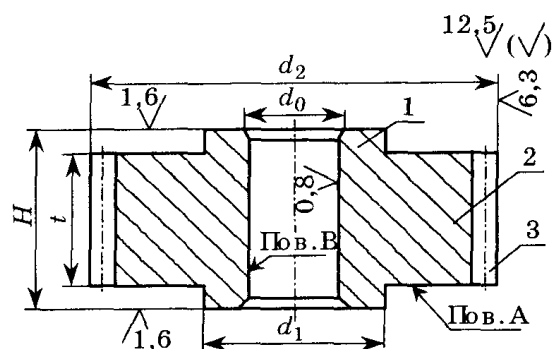


Рисунок 1 - Чертеж поковки Шестерня:
1 — ступица; 2 — фланец; 3 — зуб

Теоретический материал

Горячая объемная штамповка – технологический процесс изготовления поковки в специальном инструменте-штампе путем пластической деформации исходной заготовки (сортового проката, бруса или сляба). Он состоит из следующих основных операций:

- резка проката на мерные заготовки на пресс – ножницах
- нагрев заготовки в нагревательных печах для повышения пластичности
- осадка заготовки
- штамповка в открытых штампах
- обрезка облоя и прошивка отверстия
- термообработка для улучшения резанием
- очистка поверхности от окалины.

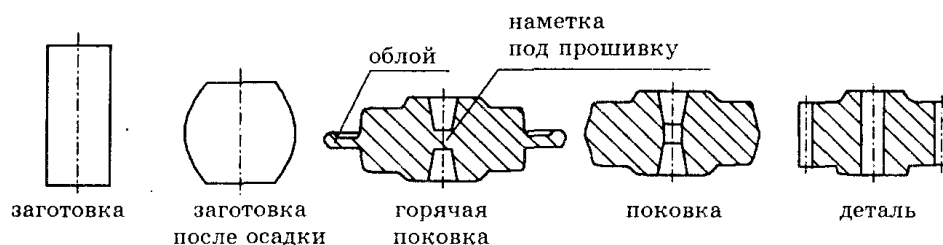


Рисунок 2 - Процесс формирования поковки

Поковка – изделие, получаемое в штампе, по конфигурации и размерам близкое к детали; отличается от неё припусками, уклонами на вертикальные поверхности для свободного извлечения поковки из штампа, а также радиусами закругления для уменьшения внутренних напряжений и избежания возникновения дефектов. Горячая поковка – поковка при температуре штамповки. Отличается увеличением размеров за счет термического расширения стали. По её размерам делают ручки штампа.

Ход работы

1. Выполните чертеж поковки, в соответствии со своим вариантом.
2. В отчет внести таблицу 1 с данными своего варианта
3. Выполнить эскиз детали по размерам своего варианта с указанием шероховатости поверхности. Под эскизом указать объём, массу, масштаб и материал детали. В выбранном масштабе строго соблюдать соотношения между линейными размерами.
4. Рассчитать усилие прессы КГШП
- 4.1 Усилие прессы определяют по массе поковки. В соответствии с ГОСТ 7505-89 масса M , круглой поковки определяется по формуле:

$M=1,6m$,

где m - масса детали, кг

4.2 Из таблицы 2 – Данные для выбора усилия прессы, P определить усилие прессы для своей поковки

Таблицы 2 – Данные для выбора усилия прессы, P

Номинальное усилие прессы P , кН	6300	10000	16000	20000	25000	31500	40000
Масса поковки M , кг	до 0,5	0,5-2	2-3	3-8	8-12	12-20	20-25

5. Разработать чертеж поковки.

5.1 Выбрать плоскость разъема штампа. Для деталей типа шестерни назначают $\frac{1}{2}$ высоты детали.

5.2 Согласно ГОСТ 7505-89 при расчете припусков на мехобработку необходимо определить группу стали (M); степень сложности (C); класс точности поковки (T).

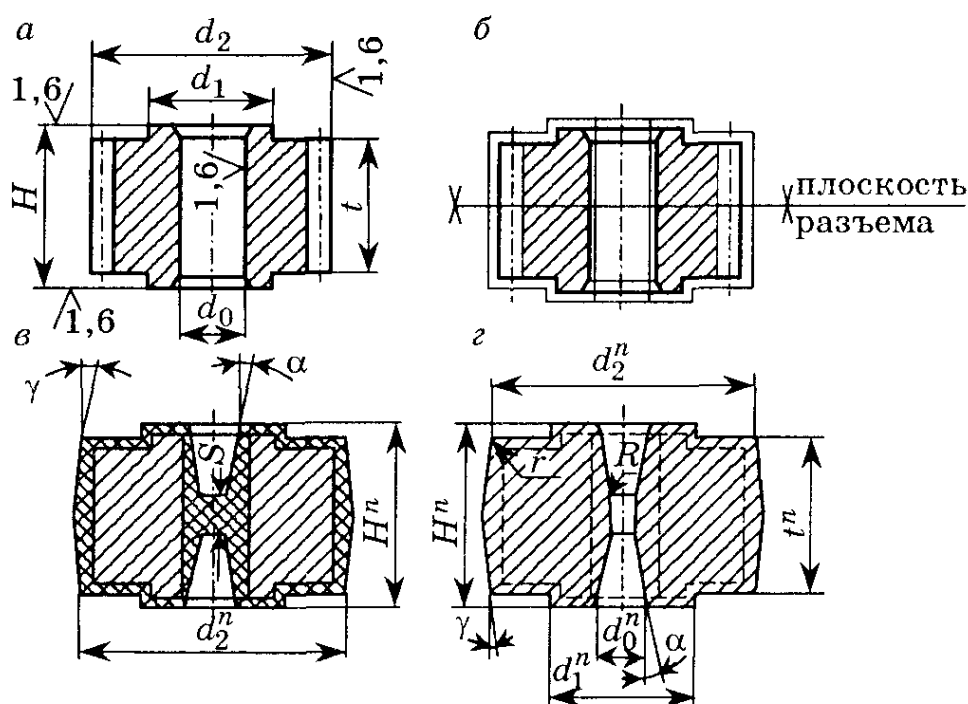


Рисунок 3- Последовательность разработки чертежа поковки.

Группа $M1$ — это стали с массовой долей углерода до 0,35% включительно, легирующих элементов — до 2,0% включительно; группа $M2$ — соответственно свыше 0,35 до 0,65% C и легирующих элементов — свыше 2,0 до 5,0%; группа $M3$ — свыше 0,65% углерода и свыше 5,0% легирующих элементов.

Степень сложности поковки (С1, С2, С3 и С4) определяется отношением ее объема к объему фигуры V_{ϕ} , в которую вписывается форма поковки:

$$C = V_{\Pi}/V_{\phi}.$$

где $V_{\Pi} = 1,6 \cdot V_{\text{д}}$

$V_{\text{д}}$ - объем детали (по табл.1).

$$V_{\phi} = \frac{\pi d_2^2}{4} H ,$$

где d_2 — наружный диаметр шестерни, см; H — высота ступицы, см.

Степень сложности поковки будет:

- С1, если отношение свыше 0,63;
- С2 — если оно находится в пределах 0,32- 0,63;
- С3 — если V_{Π}/V_{ϕ} в пределах 0,16-0,32;
- С4 — V_{Π}/V_{ϕ} до 0,16 включительно.

При штамповке на КГШП в открытых штампах (облойная штамповка) получают поковки следующей точности:

- Т3 — поковка, круглая в плане типа шестерни; факторы: М1, М2, С1, С2; нагрев индукционный; предусмотрена осадка исходной заготовки;
- Т4 — поковка, круглая в плане типа шестерня; факторы: М1, М2, С2, С3; нагрев — в пламенных печах; предусмотрена осадка заготовок для удаления окалины;
- Т5 — поковка сложной формы выдавливанием из труднодеформируемого металла; нагрев — в пламенных печах.

5.3 Определить исходный индекс штампа по таблице 3

5.4 Определить припуски на механическую обработку по таблице 4.

С учетом номинальных линейных размеров детали и шероховатости поверхностей по таблице 4 определяют основные припуски на механическую обработку (на сторону). Получают размеры поковки (все размеры с индексом п: $d_o^п$ и т.д.)

5.5 Определить допуски на полученные размеры поковки из таблицы 5.

Например: размер толщины поковки $H = 55$, индекс 2 в таблице 5 в строке находят интервал размеров 40-63, а в столбце индекс 2, на пересечении линий определяют отклонение 0,5, т.е размер толщины поковки будет равен $55 \pm 0,5$.
Расчетные данные нанести на чертеж поковки рисунок 3(в, г)

Таблица 3 – Исходный индекс штампа

Масса поковки, кг	Группа стали			Степень сложности поковки				Класс точности поковки					Исходный индекс
	M1	M2	M3	C1	C2	C3	C4	T1	T2	T3	T4	T5	
До 0,5 включ.													1
Св. 0,5 до 1,0													2
Св. 1,0 до 1,8													3
Св. 1,8 до 3,2													4
Св. 3,2 до 5,6													5
Св. 5,6 до 10,0													6
Св. 10,0 до 20,0													7
Св. 20,0 до 50,0													8
Св. 50,0 до 125,0													9
Св. 125,0 до 250,0													10
<p>Пример:</p> <p>масса поковки — 8,5 кг</p> <p>группа сложности — M2</p> <p>степень сложности — C1</p> <p>класс точности поковки — T4</p> <p>исходный индекс — I3</p>													11
													12
													13
													14
													15
													16
													17
													18
													19
													20
													21
													22
													23

5.5 Рассчитать напуски, уклоны

Кузнечные напуски могут быть образованы на поковке штамповочными уклонами, непробиваемой перемычкой в углублениях и радиусами закруглений внутренних углов.

Штамповочные уклоны не должны превышать значений, установленных в табл.6. Допускаемые отклонения штамповочных уклонов устанавливаются в пределах $\pm 0,25$ их номинальной величины. Нанести на чертеж поковки рис.3 (в, г).

Таблица 5 – Допуски и допускаемые отклонения линейных размеров поковок, мм

Исходный индекс	Наибольшая толщина поковки, мм								
	До 40	40-63	63-100	100-160	160-250	Свыше 250			
	Длина, ширина, диаметр, глубина и высота поковки, мм								
	До 40	40-100	100-160	160-250	250-400	400-630	630-1000	1000-1600	1600-2500
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,3 ^{+0,2} _{-0,1}	0,4 ^{+0,3} _{-0,1}	0,5 ^{+0,3} _{-0,2}	0,6 ^{+0,4} _{-0,2}	0,7 ^{+0,5} _{-0,2}				
2	0,4 ^{+0,3} _{-0,1}	0,5 ^{+0,3} _{-0,2}	0,6 ^{+0,4} _{-0,2}	0,7 ^{+0,5} _{-0,2}	0,8 ^{+0,6} _{-0,3}	0,9 ^{+0,7} _{-0,3}			
3	0,5 ^{+0,3} _{-0,2}	0,6 ^{+0,4} _{-0,2}	0,7 ^{+0,5} _{-0,2}	0,8 ^{+0,6} _{-0,3}	0,9 ^{+0,7} _{-0,3}	1,0 ^{+0,7} _{-0,3}	1,2 ^{+0,8} _{-0,4}		
4	0,6 ^{+0,4} _{-0,2}	0,7 ^{+0,5} _{-0,2}	0,8 ^{+0,6} _{-0,3}	0,9 ^{+0,7} _{-0,3}	1,0 ^{+0,7} _{-0,3}	1,2 ^{+0,8} _{-0,4}	1,4 ^{+0,9} _{-0,5}		
5	0,7 ^{+0,5} _{-0,2}	0,8 ^{+0,6} _{-0,3}	0,9 ^{+0,7} _{-0,3}	1,0 ^{+0,7} _{-0,3}	1,2 ^{+0,8} _{-0,4}	1,4 ^{+0,9} _{-0,5}	1,6 ^{+1,1} _{-0,5}	2,0 ^{+1,3} _{-0,7}	
6	0,8 ^{+0,6} _{-0,3}	0,9 ^{+0,7} _{-0,3}	1,0 ^{+0,7} _{-0,3}	1,2 ^{+0,8} _{-0,4}	1,4 ^{+0,9} _{-0,5}	1,6 ^{+1,1} _{-0,5}	2,0 ^{+1,3} _{-0,7}	2,2 ^{+1,4} _{-0,8}	2,5 ^{+1,6} _{-0,9}
7	0,9 ^{+0,7} _{-0,3}	1,0 ^{+0,7} _{-0,3}	1,2 ^{+0,8} _{-0,4}	1,4 ^{+0,9} _{-0,5}	1,6 ^{+1,1} _{-0,5}	2,0 ^{+1,3} _{-0,7}	2,2 ^{+1,4} _{-0,8}	2,5 ^{+1,6} _{-0,9}	2,8 ^{+1,8} _{-1,0}
8	1,0 ^{+0,7} _{-0,3}	1,2 ^{+0,8} _{-0,4}	1,4 ^{+0,9} _{-0,5}	1,6 ^{+1,1} _{-0,5}	2,0 ^{+1,3} _{-0,7}	2,2 ^{+1,4} _{-0,8}	2,5 ^{+1,6} _{-0,9}	2,8 ^{+1,8} _{-1,0}	3,2 ^{+2,1} _{-1,1}
9	1,2 ^{+0,8} _{-0,4}	1,4 ^{+0,9} _{-0,5}	1,6 ^{+1,1} _{-0,5}	2,0 ^{+1,3} _{-0,7}	2,2 ^{+1,4} _{-0,8}	2,5 ^{+1,6} _{-0,9}	2,8 ^{+1,8} _{-1,0}	3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	3,6 ^{+2,4} _{-1,2}
10	1,4 ^{+0,9} _{-0,5}	1,6 ^{+1,1} _{-0,5}	2,0 ^{+1,3} _{-0,7}	2,2 ^{+1,4} _{-0,8}	2,5 ^{+1,6} _{-0,9}	2,8 ^{+1,8} _{-1,0}	3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	3,6 ^{+2,4} _{-1,2}	4,0 ^{+2,7} _{-1,3}
11	1,6 ^{+1,1} _{-0,5}	2,0 ^{+1,3} _{-0,7}	2,2 ^{+1,4} _{-0,8}	2,5 ^{+1,6} _{-0,9}	2,8 ^{+1,8} _{-1,0}	3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	3,6 ^{+2,4} _{-1,2}	4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	2,0 ^{+1,3} _{-0,7}	2,2 ^{+1,4} _{-0,8}	2,5 ^{+1,6} _{-0,9}	2,8 ^{+1,8} _{-1,0}	3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	3,6 ^{+2,4} _{-1,2}	4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}
13	2,2 ^{+1,4} _{-0,8}	2,5 ^{+1,6} _{-0,9}	2,8 ^{+1,8} _{-1,0}	3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	3,6 ^{+2,4} _{-1,2}	4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}
14	2,5 ^{+1,6} _{-0,9}	2,8 ^{+1,8} _{-1,0}	3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	3,6 ^{+2,4} _{-1,2}	4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}
15	2,8 ^{+1,8} _{-1,0}	3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	3,6 ^{+2,4} _{-1,2}	4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}	7,1 ^{+4,7} _{-2,4}
16	3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	3,6 ^{+2,4} _{-1,2}	4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}	7,1 ^{+4,7} _{-2,4}	8,0 ^{+5,3} _{-2,7}
17	3,6 ^{+2,4} _{-1,2}	4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}	7,1 ^{+4,7} _{-2,4}	8,0 ^{+5,3} _{-2,7}	9,0 ^{+6,0} _{-3,0}
18	4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}	7,1 ^{+4,7} _{-2,4}	8,0 ^{+5,3} _{-2,7}	9,0 ^{+6,0} _{-3,0}	10,0 ^{+6,7} _{-3,3}
19	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}	7,1 ^{+4,7} _{-2,4}	8,0 ^{+5,3} _{-2,7}	9,0 ^{+6,0} _{-3,0}	10,0 ^{+6,7} _{-3,3}	11,0 ^{+7,4} _{-3,6}
20	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}	7,1 ^{+4,7} _{-2,4}	8,0 ^{+5,3} _{-2,7}	9,0 ^{+6,0} _{-3,0}	10,0 ^{+6,7} _{-3,3}	11,0 ^{+7,4} _{-3,6}	12,0 ^{+8,0} _{-4,0}
21	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}	7,1 ^{+4,7} _{-2,4}	8,0 ^{+5,3} _{-2,7}	9,0 ^{+6,0} _{-3,0}	10,0 ^{+6,7} _{-3,3}	11,0 ^{+7,4} _{-3,6}	12,0 ^{+8,0} _{-4,0}	13,0 ^{+8,6} _{-4,4}
22	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}	7,1 ^{+4,7} _{-2,4}	8,0 ^{+5,3} _{-2,7}	9,0 ^{+6,0} _{-3,0}	10,0 ^{+6,7} _{-3,3}	11,0 ^{+7,4} _{-3,6}	12,0 ^{+8,0} _{-4,0}	13,0 ^{+8,6} _{-4,4}	14,0 ^{+9,2} _{-4,8}
23	7,1 ^{+4,7} _{-2,4}	8,0 ^{+5,3} _{-2,7}	9,0 ^{+6,0} _{-3,0}	10,0 ^{+6,7} _{-3,3}	11,0 ^{+7,4} _{-3,6}	12,0 ^{+8,0} _{-4,0}	13,0 ^{+8,6} _{-4,4}	14,0 ^{+9,2} _{-4,8}	16,0 ^{+10,0} _{-6,0}

Таблица 6 - Штамповочные уклоны

Оборудование	Штамповочные уклоны, град	
	на наружной поверхности	на внутренней поверхности
Прессы без выталкивателей	7	10
Прессы с выталкивателем	5	7

5.6 Определить возможность прошивки отверстия.

По ГОСТ 7505-89 отверстия диаметром менее 30 мм и глубиной (Г) менее $0,8d_0$ не штампуются.

5.7 Рассчитать глубину пробиваемого отверстия и размер перемычки.

Перемычку (наметка под прошивку) пробивают при условии $S \leq d_0$. Если размер перемычки не удовлетворяет требованиям, то его прошивают механически.

5.8 Установить минимальные радиусы г закругления углов поковок по таблице 7

Таблица 7 – Минимальные радиусы закругления в ручьях штампа

Масса поковки, кг	Глубина полости ручья штампа, мм			
	До 10 вкл.	10-25	25-50	Свыше 50
До 1,0 включительно	1,0	1,6	2,0	3,0
Свыше 1,0 до 6,3	1,6	2,0	2,5	3,6
Свыше 6,3 до 16,0	2,0	2,5	3,0	4,0
Свыше 16,0 до 40,0	2,5	3,0	4,0	5,0
Свыше 40,0 до 100,0	3,0	4,0	5,0	7,0
Свыше 100,0 до 250,0	4,0	5,0	6,0	8,0

Радиус закругления внутренних углов определяется из выражения $R=2,5r$, мм и округляется до 0,5 мм

6. Оформить отчет и сдать преподавателю.

Практическая работа № 6

Тема: Назначение оптимальных режимов резания

Цель работы: формирование умений назначать оптимальные режимы резания знания (актуализация):

- технологические операции резания, ТУ к их выполнению
- виды режимов резания;

умения:

- назначать оптимальные режимы резания;

Задание: На вертикально- сверлильном станке 2Н150 производится сверление отверстия $\varnothing D$, мм, глубиной L , мм в детали, изготовленной из стали X, твердость поверхности НВ.

Данные для своего варианта выбрать из таблицы 1. Полученный результат расчета внести в таблицу 14.

Таблица 1 - Исходные данные

№ варианта	Материал заготовки	НВ	Вид сверления	Д, мм	L, мм
1	Сталь 15Х	150	Сквозное	20	30
2	Сталь 40	160	Глухое	25	15
3	Сталь 30Х	190	Сквозное	25	35
4	Сталь 45	202	Глухое	30	18
5	Сталь 38ХА	240	Сквозное	25	40

Паспортные данные станка 2Н150: Наибольший диаметр обрабатываемого отверстия в заготовке из стали — 50 мм. Мощность двигателя $N_d=7,5$ кВт. Частота вращения шпинделя, об/мин: 45; 63; 90; 125; 180; 250; 355; 411; 500; 710; 1000; 1400; 2000. Подача, мм/об: 0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1,12; 1,6, Максимальная осевая сила резания, допускаемая механизмом подачи станка, $P = 2,8$ кг; КПД станка 0,8

Ход работы

1. Выбрать тип и материал сверла, и записать марку сплава.
2. Рассчитать длину рабочего хода $L_{рх}$ в мм, по формуле (1)

$$L_{р.х.}=L_{рез.}+y+L_{доп} \quad (1),$$

Где $L_{рез}$ - длина резания (из условия задачи)

$L_{доп}$ - дополнительная длина хода, вызванная в отдельных случаях особенностями наладки и конфигурации детали.

y - длина подвода, врезания и перебега инструмента. Значение y выбрать из таблицы 2.

Таблица 2 – Длина подвода врезания и перебега инструмента

Операция	Длина подвода, врезания и перебега y в мм. инструмента y диаметром D в мм.							
	2,5	6	10	16	20	25	32	40
Обработка сквозных отверстий сверлами:								
С нормальной заточкой	2	3	5	6	8	10	12	15
С двойной заточкой			6	8	10	15	15	18
Сверление глухих отверстий	4,5	2	4	6	7	9	11	14

3. Назначить подачу на оборот шпинделя станка S_o в мм\об.

- определение подачи по нормативам.
- определение подачи по паспорту станка.

3.1 Присвоить группу подачи исходя из условий обработки (см. таблицу

3).

Таблица 3 - Группа подачи

Операция	Условия обработки	Группа подачи
Сверление	Сверление быстрорежущими сверлами с точностью не выше 5-го класса	I
	Сверление быстрорежущими сверлами с точностью не выше 5-го класса при пониженной жесткости системы деталь-приспособление. Сверление твердосплавными сверлами с точностью не выше 5-го класса	II
	Сверление перед однократным раз-вертыванием или чистовым зенкерованием. Сверление при усложненных условиях работы (наклонные поверхности, «косые» каналы и т.п.). Сверление под резьбу.	III

3.2. Выбрать подачу на оборот инструмента (таблица 4).

Таблица 4 - Подача на оборот инструмента S_o

Операция	Группа подач	S_o в мм/об при обрабатываемом диаметре D в мм.									
		2,5	4	6	8	10	12	16	20	25	32
Сверление при ≤ 3 4-8 $L_{рез} \setminus d \leq 8$	I	0,04 0,03	0,08 0,06	0,12 0,1	0,16 0,14	0,22 0,18	0,28 0,22	0,32 0,28	0,4 0,32	0,45 0,36	0,5 0,4
	II,III	0,03 0,02	0,06 0,04	0,09 0,06	0,12 0,08	0,15 0,11	0,18 0,14	0,23 0,17	0,3 0,2	0,32 0,22	0,35 0,25
Примечание: Таблица дана для сталей HB 229-270. Для сталей HB < 229 подачу умножить на 1,3, а для сталей HB > 270 – на 0,8											

3.3 Полученные расчетные данные подачи на оборот шпинделя сравнить с паспортными. В случае превышения расчетных данных паспортных к дальнейшему расчету принять данные из паспорта станка.

4. Определить стойкость инструмента по нормативам T_p в минутах резания.

Стойкость каждого из инструментов наладки, по которой ведется расчет скорости резания,

$$T_p = T_m \cdot \lambda \quad (2),$$

где T_m - стойкость в минутах машинной работы станка (см. таблицу 5).

λ - коэффициент времени резания каждого инструмента, равный отношению длины резания $L_{рез}$ этого инструмента к длине рабочего хода $L_{р.х.}$

$$\lambda = L_{рез} \setminus L_{р.х.} \quad (3)$$

В случае, когда $\lambda > 0,7$, его можно не учитывать и принимать $T_p = T_m$.

Таблица 5 - Стойкость T_m в минутах машинной работы

Наибольший обрабатываемый диаметр D в мм	T_m при количестве инструментов в наладке					
	1	3	5	8	10	15 и более
10	20	50	80	100	120	140
15	30	80	110	140	150	170
20	40	100	130	170	180	200
30	50	120	160	200	220	250
50	60	150	200	240	260	300

5. Рассчитать скорости резания V в м/мин. и числа оборотов шпинделя n в минуту

5.1 Определить скорости резания по нормативам:

$$V = V_{табл.} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \quad (4),$$

где $V_{табл.}$ скорость, взятая из таблицы 6,

K_1 - коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала (см. таблицу 7)

K_2 - от стойкости инструмента (см. таблицу 8)

K_3 - от отношения длины резания к диаметру (см. таблицу 9)

Таблица 6 - Скорость резанием $V_{\text{табл.}}$ при сверлении

S _o в мм\об.	Обрабатываемый диаметр в мм										
	2,5	4	6	8	10	12	16	20	25	32	40
До 0,06	22	26	32	36	40	44					
0,1		20	24	27	30	32	36	40	44	50	55
0,15			21	23	25	27	30	33	36	40	44
0,2			18	19	22	23	26	29	32	34	38
0,3				16	18	19	22	24	26	29	31
0,4						17	19	21	23	24	26
0,6								17	18	20	22
0,8											18

Примечания: 1.Для инструментов из быстрорежущих сталей повышенной производительности табличные значения умножить на 1,2
2.Для сверла с двойной заточкой скорости резания повышать на 15 %

Таблица 7 - Коэффициент K_1

Материал инструмента	Марка обрабатываемой стали					
	25; 40; 45			15X; 30X; 38XA		
	HB					
	143	160	202	150	190	240
Быстрорежущая сталь	1,3	1,0	0,9	0,95	0,85	0,8
Твердый сплав	1,3	1,0	0,9	1,0	0,9	0,75

Таблица 8 - Коэффициент K_2 для сверла

Материал инструмента	K_2 при стойкости T_p в минутах резания							
	До 15	30	60	100	150	200	300	400
Быстрореж. сталь	1,5	1,25	1,15	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
Твердый сплав	1,6	1,4	1,2	1,0	0,85	0,75	0,65	0,55

Таблица 9- Коэффициент K_3

Отношение длины резания к диаметру	До 5	8	10
K_3	1,0	0,8	0,7

5.2 Рассчитать число оборотов n по формуле (5)

$$n = 1000V/\pi d \quad (5)$$

5.3 Уточнение числа оборотов шпинделя по паспорту станка: в случае расхождения данных принять паспортное значение числа оборотов шпинделя ближайшее к расчетному.

5.4 Уточнение скорости резания по принятому числу оборотов шпинделя по формуле (6):

$$V = \pi d n / 1000 \quad (6)$$

6. Рассчитать основное машинное время обработки t_m в мин по формуле (7).

$$t_m = L_{p.x.} / n S_o \quad (7)$$

где $L_{p.x.}$ – длина рабочего хода

n, S_o – принятая подача и число оборотов шпинделя

7. Проверочные расчеты.

7.1 Определить осевую силу резания P_o в кГ по нормативам в соответствии с формулой (8):

$$P_o = P_{табл.} \cdot K_p \quad (8),$$

где $P_{табл.}$ – осевая сила резания при сверлении (см. таблицу 10).

K_p – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала (см. таблицу 11).

Таблица 10 - Осевая сила резания $P_{табл.}$ в кг при сверлении стали

Обрабатываемый диаметр Д в мм	Подача S_o в мм\об									
	0,06	0,1	0,14	0,16	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8
2,5	30									
3	40									
4	50	70								
6	75	110	135	150						
8	100	145	180	200	235					
10	125	180	225	250	290	390				
12	150	215	270	300	350	465				
16	200	280	365	400	470	620	750			
20	250	360	450	500	580	770	950	1100		
25	314	450	560	620	730	970	1180	1370	1570	
32	400	570	725	800	920	1240	1510	1770	2000	2450

Таблица 11 - Коэффициент K_p

Обрабатываемый материал	НВ	K_p
Сталь	До 156	0,75
	143-207	0,9
	170-229	1,0
	207-269	1,1
	269-302	1,25
	285-321	1,3
	321-375	1,45

7.2 Определить мощность резания $N_{рез}$ в кВт по нормативам.

Мощность резания $N_{рез}$ при сверлении рассчитать по формуле (9):

$$N_{рез} = N_{табл.} \cdot K_N \cdot n / 1000 \quad (9),$$

где $N_{табл.}$ – мощность резания по таблице 12

K_N - коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала (см. таблицу 13).
 n - принятое число оборотов инструмента в минуту.

Таблица 12 - Значение $N_{\text{табл.}}$ при сверлении стали

Обрабатываемый диаметр D в мм	$N_{\text{табл.}}$ при подаче S_o в мм\об									
	0,06	0,1	0,14	0,16	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8
3	0,03									
4	0,06	0,09								
6	0,13	0,2	0,25	0,29						
8	0,22	0,35	0,45	0,52	0,6					
10	0,35	0,55	0,7	0,8	0,94					
12	0,5	0,8	1	1,2	1,4	1,9				
16	0,9	1,4	1,8	2,1	2,4	3,4	4,3			
20	1,4	2,2	2,8	3,2	3,8	5,3	6,7	8		
25	2,2	3,5	4,4	5,0	5,9	8,3	10,5	12,4	14,4	
32	3,6	5,7	7,4	8,2	9,9	13,5	17,2	20,5	24	30

Таблица 13 - Коэффициент K_N

Обрабатываемый материал	HB	K_N
Сталь	До 156	0,75
	143-207	0,9
	207-229	1,0
	207-269	1,1
	269-302	1,25
	285-321	1,3
	321-375	1,45

7.3 Проверить осевую силу резания по допустимому усилию подачи станка и мощности резания по мощности двигателя в соответствии с формулой (10).

$$N_{\text{рез}_o} \leq 1,2 N_{\text{дв}} \eta \quad (10)$$

Таблица 14 - Параметры режимов резания

Диаметр и глубина отверстия, мм	Марка обрабатываемого материала	Марка сплава сверла	Стойкость инструмента T_p , мин	Скорость резания V , м\мин	Число оборотов шпинделя станка n , об\мин	Машинное время t_m , мин	Осевая сила резания P_o кГ

8. Ответьте на контрольные вопросы.

9. Сделать вывод о проделанной работе

10. Оформить отчет и сдать преподавателю.

Контрольные вопросы:

1. Какие основные принципы легли в основу классификации стали для режущих инструментов?
2. Из каких основных элементов состоит сверло?
3. Какое назначение каждого элемента сверла?

Литература

Основные источники:

1. Стуканов, В. А. Материаловедение : учебное пособие / В.А. Стуканов. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2022. — 368 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-8199-0711-5. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1794455> (дата обращения: 13.02.2022). – Режим доступа: по подписке.
2. [Мосесов М. Д.](#) Основы металловедения и сварки [Электронный ресурс]: учебник Мосесов М. Д. - : [ИНФРА-М](#), 2021 - 158с. - (Бакалавриат)
3. Давыдов, С.В. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебное пособие/ С.В. Давыдов, Р.А. Богданов. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2020.-256с.:ил.-ISBN 978-5-9729-0416-7. Текст: непосредственный

Дополнительные источники:

4. Габриелян, О. С. Химия для профессий и специальностей технического профиля : учебник / О. С. Габриелян, И. Г. Остроумов. - 9-е изд., стер. - М. : Академия, 2020. - 256 с.- URL: <https://academia-moscow.ru/reader/?id=45408> (дата обращения: 24.01.22).-ISBN 978-5-4468-9404-8.-Текст: электронный
5. Габриелян, О. С. Химия : тесты, задачи и упражнения : учеб. пособие / О. С. Габриелян, Г. Г. Лысова. - 8-е изд., стер. - М. : Академия, 2020. - 336 с. : ил. - (Профессиональное образование).- URL: <https://academia-moscow.ru/reader/?id=45703> (дата обращения: 24.01.22).-ISBN 978-5-4468-9238-9.-Текст: электронный

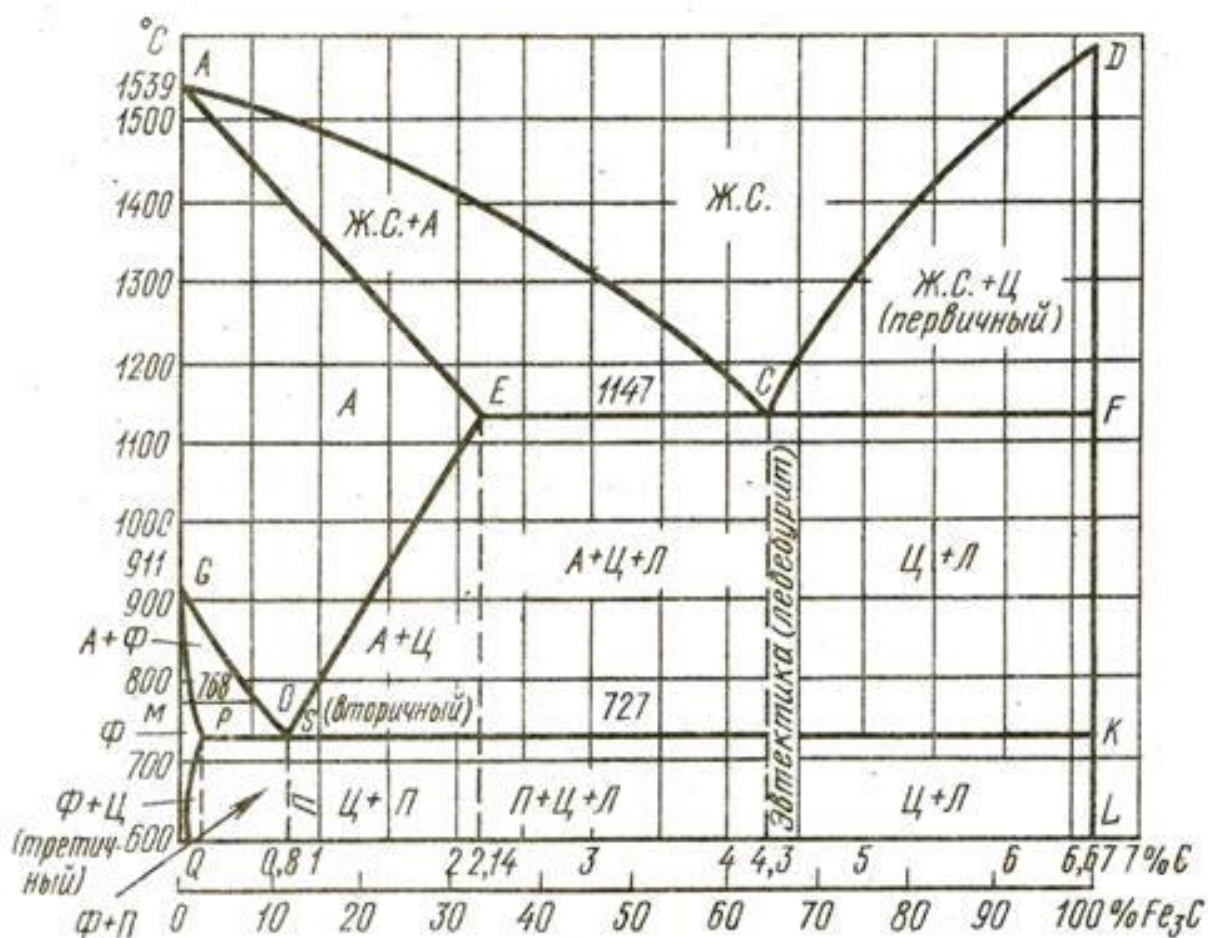


Диаграмма состояния железо - цементит
А- аустенит, П - перлит, Л - ледебурит, Ф - феррит, Ц - цементит

Рисунок 1 - Диаграмма железо – цементит

Министерство образования и науки Челябинской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Южно-Уральский государственный технический колледж»

ОТЧЕТ

по выполнению лабораторно - практических работ
по учебной дисциплине «Материаловедение»

выполнил _____

группа _____

проверил _____

Челябинск, 2023

ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

№ темы	Наименование работы	Объем (час)	Оценка	Подпись
Тема 1.2	<i>Лабораторная работа1.</i> Приготовление суспензии карбоната кальция в воде. Ознакомление со свойствами дисперсных систем.	2		
Тема 1.2	<i>Лабораторная работа2.</i> Исследование состава и способов разделения смесей (отстаивание, фильтрование, выпаривание).	2		
Тема 1.3	<i>Лабораторная работа3.</i> Приготовление раствора заданной концентрации	2		
Тема 1.4	<i>Лабораторная работа4.</i> Исследование свойств кислот, оснований, солей.	2		
Тема 1.5	<i>Лабораторная работа5.</i> Проведение реакций ионного обмена.	2		
Тема 1.6	<i>Лабораторная работа6.</i> Исследование свойств металлов и их соединений	2		
Тема 1.6	<i>Лабораторная работа7.</i> Проведение окислительно-восстановительных реакций	2		
Тема 1.6	<i>Лабораторная работа8.</i> Решение экспериментальных задач на идентификацию неорганических соединений	4		
Тема 2.2.1	<i>Лабораторная работа9.</i> Определение твёрдости металлов по методике Бринелля и Роквелла	2		
Тема 2. 2.1	<i>Лабораторная работа10.</i> Определение ударной вязкости стали	2		
Тема 2. 2.1	<i>Лабораторная работа11.</i> Испытание образца на растяжение	2		
Тема 2.2.3	<i>Лабораторная работа12.</i> Исследование микроструктуры железоуглеродистых сплавов в равновесном состоянии	2		
Тема 2.2.3	<i>Практическая работа1.</i> Исследование диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов Fe-Fe ₃ C.	4		
Тема 2.2.5	<i>Лабораторная работа13.</i> Проведение закалки и отпуска стальных образцов с испытанием твердости	2		
Тема 2.2.5	<i>Лабораторная работа14.</i> Исследование микроструктуры сталей после термической и химико-термической обработки	4		
Тема 2.2.5	<i>Практическая работа2.</i> Выбор режима закалки стальной детали	2		
Тема 2.2.5	<i>Практическая работа3.</i> Выбор режима отпуска закаленной детали в зависимости от требуемой твердости	2		
Тема 2.3.2	<i>Лабораторная работа15.</i> Исследование микроструктуры чугунов	4		

Тема 2.3.2	<i>Практическая работа</i> 4.Выбор режима термообработки чугуновой отливки	2		
Тема 2.3.4	<i>Лабораторная работа</i> 16. Исследование микроструктуры цветных металлов и сплавов	2		
Тема 2.3.5	<i>Лабораторная работа</i> 17. Исследование микроструктуры и свойств легированных сталей	2		
Тема 2.6.2	<i>Практическая работа</i> 5.Расчет припуска под механическую обработку поковки	4		
Тема 2.6.3	<i>Практическая работа</i> 6.Назначение оптимальных режимов резания	4		

Требования к содержанию и оформлению отчета

1. Структура отчета должна содержать:

- Тему практической работы (название).
- Цель практической работы.
- Ход работы.
- Вывод.
- Ответы на контрольные вопросы.

1. Отчет должен быть оформлен на листе формата А4 в программе Word, Шрифт TimesNewRoman, кегль 14, межстрочный интервал 1,5.