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 «Материаловедение»**

по специальности СПО

**15.02.16 Технология машиностроения**

Челябинск, 2022

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Методические рекомендации по выполнению лабораторных и практических работ по учебной дисциплине «Материаловедение» предназначены для обучающихся по специальности 15.02.16 Технология машиностроения. 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» предусматривается выполнение 9-ти лабораторных и 5-ти практических занятий (всего 30 часов), направленных на формирование *элементов следующих компетенций*:

|  |
| --- |
| ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.  ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности  ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами  ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста  ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности  ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.  ПК 1.2 Осуществлять сбор, систематизацию и анализ информации для выбора оптимальных технологических решений, в том числе альтернативных в соответствии с принятым процессом выполнения своей работы по изготовлению деталей.  ПК 1.4. Осуществлять выполнение расчетов параметров механической обработки и аддитивного производства в соответствии с принятым технологическим процессом согласно нормативным требованиям, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования.  ПК 1.5. Осуществлять подбор конструктивного исполнения инструмента, материалов режущей части инструмента, технологических приспособлений и оборудования в соответствии с выбранным технологическим решением, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования.  ПК 1.9. Организовывать эксплуатацию технологических приспособлений в соответствии с задачами и условиями технологического процесса механической обработки заготовок и/или аддитивного производства сообразно с требованиями технологической документации и реальными условиями технологического процесса.  ПК 2.2. Осуществлять сбор, систематизацию и анализ информации для выбора оптимальных технологических решений, в том числе альтернативных в соответствии с принятым процессом выполнения своей работы по сборке узлов или изделий.  ПК 2.4. Осуществлять выполнение расчетов параметров процесса сборки узлов или изделий в соответствии с принятым технологическим процессом согласно нормативным требованиям, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования.  ПК 2.5. Осуществлять подбор конструктивного исполнения сборочного инструмента, материалов исполнительных элементов инструмента, приспособлений и оборудования в соответствии с выбранным технологическим решением, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования.  ПК 2.9. Организовывать эксплуатацию технологических сборочных приспособлений в соответствии с задачами и условиями технологического процесса сборки узлов или изделий сообразно с требованиями технологической документации и реальными условиями технологического процесса. |

Студент в процессе работы должен **уметь:**

* определять свойства конструкционных и сырьевых материалов, применяемых в производстве, по маркировке, внешнему виду, происхождению, свойствам, составу, назначению и способу приготовления и классифицировать их;
* определять твердость материалов;
* определять режимы, закалки и отпуска стали;
* подбирать конструкционные материалы по их назначению и условиям эксплуатации;
* подбирать способы и режимы обработки металлов (сваркой, резанием) для изготовления деталей;
* проводить исследования и испытания электротехнических материалов;
* использовать нормативные документы для выбора проводниковых материалов с целью обеспечения требуемых характеристик изделий.

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

* виды термической и химико-термической обработки металлов и сплавов;
* виды прокладочных и уплотнительных материалов;
* закономерности процессов кристаллизации и структурообразования металлов и сплавов, защита от коррозии;
* классификация, основные виды, маркировка, область применения и виды обработки конструкционных материалов, основные сведения об их назначении и свойствах, принципы их выбора для применения в производстве;
* методы измерения параметров и определения свойств материалов;
* основные сведения о назначении и свойствах металлов и сплавов, о технологии их производства;
* основные свойства полимеров и их использование;
* свойства смазочных и аброзивных материалов;
* способы получения композиционных материалов;
* сущность технологических процессов литья, сварки, обработки металлов давлением и резанием;

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.

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.

5» - 90-100% правильно выполненного задания, верные ответы на вопросы при защите работы;

«4» - 80-89% правильно выполненного задания, неточные и неполные ответы на вопросы преподавателя при защите работы;

«3» - выполнение практически всей работы (не менее 70%), затрудняется ответить на вопросы преподавателя при защите работы.

«2» - выполнение менее 70% всей работы, на вопросы преподавателя при защите работы не отвечает

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

**ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ темы** | **Наименование работы** | **Объем** в часах |
| Тема 2.1 | Лабораторная работа 1. Определение твёрдости металлов по Бринеллю и Роквеллу | 2 |
| Тема 2.3 | Лабораторная работа 2. Исследованиедиаграммы состояния железоуглеродистых сплавов Fe-Fe3C. | 4 |
| Тема 2.4 | Лабораторная работа 3. Исследование микроструктуры железоуглеродистых сплавов в равновесном состоянии | 2 |
| Тема 2.5 | Лабораторная работа 4. Проведение закалки и отпуска стальных образцов с испытанием твердости | 2 |
| Тема 2.5 | Лабораторная работа 5. Исследование микроструктуры сталей после термической и химико-термической обработки | 2 |
| Тема 3.2 | Лабораторная работа 6. Исследование микроструктуры чугунов | 2 |
| Тема 3.2 | Практическая работа 1 Выбор режима термообработки чугунной отливки | 2 |
| Тема 3.4 | Практическая работа 2 Выбор режима закалки стальной детали | 2 |
| Тема 3.4 | Практическая работа 3 Выбор режима отпуска закаленной детали в зависимости от требуемой твердости | 2 |
| Тема 3.5 | Лабораторная работа 7. Исследование микроструктуры цветных металлов и сплавов | 2 |
| Тема 4.2 | Лабораторная работа 8. Определение удельного сопротивления проводника | 2 |
| Тема 5.1 | Лабораторная работа 9.Исследование микроструктуры и свойств легированных сталей | 2 |
| Тема 7.2 | Практическая работа 4 Выбор сварочных материалов с заданными механическими и химическими свойствами | 2 |
| Тема 7.4 | Практическая работа 5. Назначение оптимальных режимов резания | 2 |
| **Всего:** | | **30** |

**Лабораторная работа №1**

**Тема: Определение твёрдости металлов по Бринеллю и Роквеллу**

**Цель:** формирование уменийопределять твердость материалов с помощью лабораторного оборудования по Роквеллу и Бринеллю

**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;

**Оборудование:** твердомеры Роквелла и Бринелля, образцы сталей

**Задание:** Определить твердость металла по методу Роквелла и Бринелля.

# 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 НВ.

Преимущества способа Бринелля заключается в простоте испытания и точности получаемых результатов. Способом Бринелля не рекомендуется измерять твёрдость материалов с НВ > 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 120º 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 Р = 150 кГ (1500 Н) или 60 кГ (600 Н) и отсчитывают по чёрной шкале («С» или «А»).

Обозначение твёрдости: HRC – P = 150 кГ; HRA – P = 60 кГ.

Нагрузку Р = 60 кГ применяют при испытании очень твёрдых или тонких изделий. Если при испытании берётся стальной шарик и общая нагрузка Р = 100 кГ (1000 Н), то твёрдость отчитывается по шале «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 Р = 10 кГ = 100 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.

Таблица 1 - Показатели измерений

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

1. На образце с отпечатками замерьте с помощью оптической лупы диметр 3-х отпечатков, для чего совместите один край отпечатка с «0» шкалы лупы; другой край покажет диаметр отпечатка;
2. Пользуясь переводной таблицей, переведите значения твёрдости по Роквеллу HRC и диаметр отпечатка в числа твёрдости НВ и занести в таблицу.
3. Ответьте на контрольные вопросы
4. Сделайте вывод.
5. Сдайте отчет преподавателю

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?

**Лабораторная работа №2**

**Тема: Исследованиедиаграммы состояния железоуглеродистых сплавов Fe-Fe3C.**

**Цель работы:** Формирование умений исследовать диаграмму состояния железоуглеродистых сплавовFe-Fe3C.

**знания** (актуализация)**:**

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

**умения:**

**-** строить кривые охлаждения железоуглеродистых сплавов;

- читать диаграммы железоуглеродистых сплавов;

* исследовать диаграмму состояния сплавовFe-Fe3C.

**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 tл начинается первичная кристаллизация: из жидкого сплава выделяются кристаллы аустенита. Процесс кристаллизации продолжается до точки tс, при этом скорость охлаждения замедляется, т.к. выделяется теплота кристаллизации. Кривая охлаждения становится более пологой. В интервале температур от tс до Аr3 (линия GS) превращений в сплаве не происходит, поэтому он охлаждается быстрее, и кривая становится круче. В точке Аr3 начинается вторичная кристаллизация: из аустенита выделяются кристаллы феррита. Процесс выделения феррита продолжается до температуры 727°С - точка Аr1. В этом интервале температур (от Аr3 до т. Аr1) скорость охлаждения замедляется, потому что выделяется теплота кристаллизации феррита, и кривая охлаждения становится более пологой.

В точке Аr1 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 Аr1 состоит из перлита и феррита.

Аналогично строятся кривые охлаждения эвтектоидной и заэвтектоидной сталей.

В заэвтектическом чугуне происходят следующие превращения: до точки tл сплав находится в жидком состоянии. В точке tл начинается первичная кристаллизация: из жидкого сплава выделяются кристаллы цементита первичного. Процесс кристаллизации продолжается до точки tс, скорость охлаждения замедляется, т.к. выделяется теплота кристаллизации, кривая охлаждения становится пологой. В точке tc оставшаяся жидкая часть сплава приобретает эвтектическую концентрацию (4.3% углерода) и при постоянной температуре (1147°С) превращается в ледебурит. На кривой охлаждения образуется горизонтальный участок. В интервале температур tс и Аr1 происходит быстрое охлаждение. При температуре Аr1 аустенит, входящий в состав ледебурита, превращается в перлит, поэтому на кривой охлаждения вновь появляется горизонтальный участок. Ниже точки Аr1 превращений в сплаве не происходит, поэтому кривая охлаждения становится круче. Ниже точки Аr1 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.

8. Оформите отчет и сдайте его преподавателю

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.

**Лабораторная работа № 3**

**Тема: Исследование микроструктуры железоуглеродистых сплавов в равновесном состоянии**

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

**знания** (актуализация)**:**

* структур железоуглеродистых сплавов в равновесном состоянии;

**умения:**

**-** пользоваться лабораторным оборудованием;

- читать диаграмму состояния Fe-Fe3C;

**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.

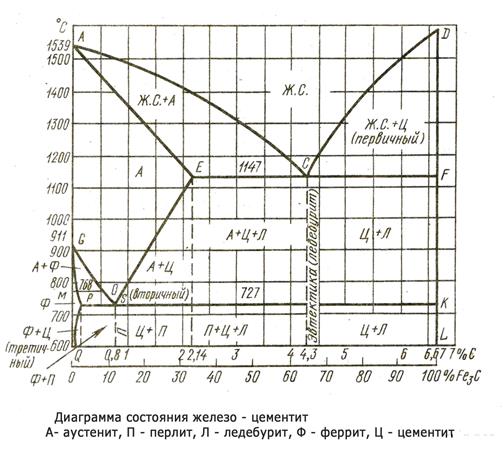


Рисунок 1 – Диаграмма состояния Fe-Fe3С

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 НВ = 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 1:

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.

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 |  |  |  |

5. Повторите выше описанные операции с микрошлифом стали 60 и У12А (п. 2-4).

6. По результатам работы сделайте вывод.

7. Ответьте на контрольные вопросы.

8. Сдайте отчет преподавателю.

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?

**Лабораторная работа №4**

**Тема: Проведение закалки и отпуска стальных образцов с испытанием твёрдости**

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

**Знания** (актуализация)**:**

* свойства металлов;
* температурные режимы закаливания металлов.

**Умения:-**

**-** пользоваться лабораторным оборудованием;

- осуществлять термообработку металла для увеличения показателей твердости;

**-**проводить эксперимент;

**-** измерять твердость.

**Оборудование:** муфельная электрическая печь, закалочный бак с водой,

твердомер Роквелла, клещи, образцы стали 45, марочник сталей.

**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  градусов выше точки Ас3.

При закалке заэвтектоидные стали нагреваются до температуры на  градусов выше точки Ас4.

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 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 ºС и в 28 раз быстрее при 200 ºС. 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 закаливающую 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 Ас1.

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 ºС и охлаждение для получения структуры мартенсита отпуска и частичного снятия внутренних напряжений.

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

Высокий отпуск – нагрев стали от 500 ºС до 650 ºС 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 - Результаты измерений

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №п/п | Марка стали | Твёрдость до закалки, HRCэ | Закалка | | | Твёрдость после закалки, HRCэ | Отпуск | | | Твёрдость после отпуска, HRCэ |
| Температура, ºС | Время нагрева и выдержки, мин | Охлаждающая среда | Температура, ºС | Время нагрева и выдержки, мин | Охлаждающая среда |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

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 1.

7. Произведите отпуск образцов при температуре равной 600 ºС в течение 30 минут с охлаждением на воздухе (для экономии времени охлаждение можно провести в воде).

8. Замерьте твёрдость и занесите результаты в таблицу 1.

9. По результатам работы сделайте вывод.

10. Ответьте на контрольные вопросы

11. Сдайте отчет преподавателю.

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?

**Лабораторная работа № 5**

**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

**знания** (актуализация)**:**

* микроструктура сталей после термической и химико-термической обработки;

**умения:**

**-** пользоваться лабораторным оборудованием;

- различать структуры различных сталей после термической и химико-термической обработки.

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

**Задание:** Исследовать 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 доэтектоидная 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 Fе3С).

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. Образуемые 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 становиться 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 45так, 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.

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 |  |  |  |

5. Повторите выше описанные операции с микрошлифом стали 20 и У10 (п. 2-4).6.

6. По результатам работы сделайте вывод.

7. Ответьте на контрольные вопросы.

8. Сдайте отчет преподавателю.

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?

**Лабораторная работа № 6**

**Тема: Исследование микроструктуры чугунов**

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

**знания** (актуализация)**:**

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

**умения:**

**-** различать структуры чугунов с помощью микроскопа.

**Оборудование:** металлографический микроскоп «МИМ-7М», набор микрошлифов различных чугунов, плакат «Диаграмма состояния сплавов железо - цементит».

**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 Fe3С. 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 «Fе-Fе3С». 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 свойств 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 обработке 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, перлито-ферритной или ферритной металлической основы. Ковкий чугун более пластичен по сравнению с серым, но его никогда не куют. 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 объёме, значительно меньше ослабляет металлическую основу чугуна, чем пластинчатый графит. Металлическая основа высокопрочных чугунов – перлитная, перлито-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 | | Область применения чугуна |
| зарисовки | структурные составляющие |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|  |  |  |  |  |

5. Сделайте вывод.

6. Ответьте на контрольные вопросы.

7. Сдайте отчет преподавателю.

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?

**Практическая работа №1**

**Тема: Выбор режима термообработки чугунной отливки**

# Цель работы*:* формирование умений 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 чугна 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°С, нагрев ведут медленно, со скоростью не более 100°С в час. Продолжительность отжига зависит от размеров отливки и составляет от 3-х до 7 часов. Охлаждение отливок после отжига проводится с печью со скоростью не более 50°С 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°С, чтобы не допустить возникновения температурных напряжений;
* Медленный нагрев со скоростью не более 100°С в час до температуры 700…750°С, выдержка при этой температуре 1…1,5 часа для выравнивания температуры;
* Нагрев до температуры 920…950°С, выдержка 3…3,5 часа;
* Охлаждение с печью со скоростью не более 50°С в час до температуры 150…200°С, дальнейшее охлаждение – на воздухе или с печью.

**Ход работы**

1. Назначить режим отжига с целью снятия внутренних напряжений в отливке.
2. Назначить режим отжига для устранения отбела.
3. Построить графики режимов отжига в координатах «температура - время».
4. Ответить на контрольные вопросы.
5. По результатам работы сделать вывод.
6. Оформить отчет и сдать преподавателю.

Контрольные вопросы:

1. Что такое отбел и причины его появления?
2. С какой целью проводят термообработку чугунной отливки?
3. Почему белые чугуны плохо поддаются обработке резанием?

**Практическая работа №2**

**Тема: Выбор режима закалки стальной детали**

**Цель работы***:* формирование умений выбирать 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-Fe3С и марочник сталей и сплавов.

# Теоретический материал

Температура закалки определяется по формуле:

Tзак = Ас3 + 30…50°С – для доэвтектоидных сталей,

Tзак = Ас1 + 30…50°С – 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:

Τн = 0,D1К1К2К3,мин. (1) ,

где D1 – минимальный размер (минимальная толщина), мм

К1 – коэффициент среды (для газа – 2, для соли-1, для металла – 0,5),

К2 – коэффициент формы (для шара – 1, для цилиндра – 2, для параллелепипеда - 2,5, для пластины - 4),

К3 – коэффициент равномерности нагрева (всесторонний нагрев – 1, односторонний нагрев - 4).

Все это относится к температуре нагрева 800-900°С, 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 критической точки по диаграмме Fe-Fe3C и по марочнику.
2. Рассчитать температуру закалки и сравните ее со справочными данными.
3. Определить время нагрева под закалку и охлаждающую среду.
4. Построить график закалки в координатах «температура - время».
5. Ответить на контрольные вопросы.
6. По результатам работы сделать вывод о проделанной работе.
7. Оформить отчет и сдайте преподавателю.

Контрольные вопросы:

1. Почему температура критической точки по марочнику отличается от температуры критической точки по диаграмме Fe-Fe3C.
2. От каких факторов зависит выбор охлаждающей среды после закалки.
3. Как рассчитывается температура критической точки под закалку у доэвтектоидных и заэвтектоидных сталей.

**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°С), 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°С – 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 – температура350-450°С – 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 – температура450-650°С, 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, сем 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 т 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. Ответить на контрольные вопросы
6. По результатам работы сделать вывод.

Оформить отчет и сдать преподавателю

Контрольные вопросы:

1. Из каких механических свойств металла назначают температуру отпуска?
2. Какие температуры соответствуют низкому, среднему и высокому отпускам?
3. Какая структура образуется в результате низкого, среднего и высокого отпусков?

**Лабораторная работа № 7**

**Тема: Исследование микроструктуры цветных металлов**

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

**знания** (актуализация)**:**

* микроструктура промышленных сплавов цветных металлов;

**умения:**

**-** пользоваться лабораторным оборудованием;

- определять микроструктуры цветных металлов с помощью металлографического микроскопа «МИМ-7М»,

**Оборудование:** металлографический микроскоп «МИМ-7М», микрошлифы

цветных сплавов, справочник по цветным металлам.

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

# Теоретический материал

Наиболее широко распространенны 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 α+β. 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.

Микротруктура α+ β-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 эвтектоид α+Cu31Sn8. Двухфазная алюминиевая бронза БрА10 наряду с кристаллами α-фазы имеет в структуре эвтектоидную 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 CuAl2 и Al2MgCu, 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 α+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 α+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 Cu3Sn (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 | |
| зарисовка | структурные составляющие |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|  |  |  |  |

5. Сделайте вывод.

6. Ответьте на контрольные вопросы.

7. Сдайте отчет преподавателю.

Контрольные вопросы

1) Из чего состоит микроструктура силумина АЛ2?

2) Из чего состоит микроструктура дуралюмина Д1?

3) Из чего состоит микроструктура латуни Л90?

4) Из чего состоит микроструктура бронзы состава 10% Sn?

**Лабораторная работа № 8**

**Тема: Определение удельного сопротивления проводника**

**Цель работы:** Формирование умений определять по найденному удельному сопротивлению проводника материал, из которого изготовлен проводник.

**Знания** (актуализация):

* характеристика материала с особыми электрическими свойствами

**Умения:**

* пользоваться лабораторным оборудованием
* пользоваться справочной литературой

**Оборудование:** источник энергии – аккумуляторная батарея, амперметр, вольтметр, проводник в виде спирали, реостат, ключ, соединительные провода, штангенциркуль

ШЦ I-125 ГОСТ 166-89.

**Задание:** найти удельное сопротивление проводника и определить материал проводника.

**Ход работы**

1. Составить электрическую сеть (начертить схему цепи) из источника электрической энергии, проводника в виде спирали, амперметра, вольтметра, ключа.

R

R

Рисунок 1 - Схема электрической цепи

2. Замкнуть цепь, реостатом отрегулировать силу тока в цепи I посмотреть

Напряжение на концах проводника, снять показания I и U.

3. Вычислить сопротивление проводника по закону Ома для участка цепи

I= , А R= Ом

4. Отключить проводник из цепи. Измерить штангенциркулем толщину проволоки сопротивления и вычислить площадь поперечного сечения по формуле: S=/

5. Измерить диаметр витка проволоки и вычислить длину спирали (проводника) вит- диаметр витка, l= вит-n; n- число витков сопротивления.

6. Вычислить удельное сопротивление проводника по формуле:

R=, Ом откуда (Ом·м)

7. Все полученные данные записать в таблицу 1:

Таблица 1 – Результаты расчета

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сила тока, I(А) | Напряже-ние, U, (В) | Сопротивле-ние проводника R | Площадь поперечно-го сечения S,(м2) | Длина проводни-ка l, (м) | Удельное сопротивление проводника  (Ом·м) | Материал |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|  |  |  |  |  |  |  |

Колонку 7 заполнить из данных таблицы 2, сравнивая расчетное удельное сопротивление с табличным.

Таблица 2 – Удельное сопротивление некоторых веществ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вещество | (Ом·м) | Вещество | (Ом·м) |
| Алюминий | 2,7·10-8 | Олово | 1,13·10-7 |
| Вольфрам | 5,3·10-8 | Осмий | 9,5·10-8 |
| Железо | 9,9·10-8 | Платина | 1,05·10-7 |
| Золото | 2,2·10-8 | Реотан | 4,5·10-7 |
| Константан | 4,7·10-7 | Ртуть | 9,54·10-7 |
| Латунь | 6,3·10-8 | Свинец | 2,07·10-7 |
| Магнанин | 3,9·10-7 | Серебро | 1,58·10-8 |
| Медь | 1,68·10-8 | Уголь | (4,0…5,0)·10-5 |
| Никелин | 4,2·10-7 | Фехраль | 1,1·10-6 |
| Никель | 7,3·10-8 | Цинк | 5,95·10-8 |
| Нихром | 1,05·10-6 |  |  |

7. Ответить на контрольные вопросы.

8. Оформить отчет и сдать преподавателю.

Контрольные вопросы:

1. Как классифицируются материалы по проводимости? Приведите примеры маркировок материалов
2. Область применения полупроводниковых материалов
3. Какие материалы являются диэлектриками? Где применяются диэлектрики

**Лабораторная работа № 9**

**Тема: Исследование микроструктуры и свойств легированных сталей**

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

**знания** (актуализация)**:**

* микроструктура и свойства легированных сталей;

**умения:**

- пользоваться лабораторным оборудованием;

**-** различать структуры и свойства различных легированных сталей

**Оборудование**: металлографческий микроскоп «МИМ-7М», набор микрошлифов сталей, марочник 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 |
| 45Х | Нормализация |  |  |  |  |
| 45Х | Закалка с высоким отпуском |  |  |  |  |
| Р18 | Ковка и отжиг |  |  |  |  |
| Р18 | Закалка и трехкратный отпуск |  |  |  |  |
| 12Х18Н9Т | Закалка в воде при  *t* = 1110 ºС – 1150 ºС |  |  |  |  |
| 40Х13 | Закалка в масле или на воздухе при  *t* = 1000 ºС – 1050 ºС |  |  |  |  |
| 12Х17 | Закалка в воде при  *t* = 1100 ºС – 1150 ºС |  |  |  |  |

5. Сделайте вывод.

6. Ответьте на контрольные вопросы.

7. Сдайте отчет преподавателю.

Контрольные вопросы

1) Для чего изготавливают легирование стали?

2) Какую структуру должны иметь коррозионностойкие стали?

4) Для чего быстрорежущие стали должны иметь высокую твёрдость? Каким образом она достигается?

**Практическая работа №4**

**Тема:** **Выбор сварочных материалов с заданными механическими и химическими свойствами.**

**Цель работы:** Формировать умения выбирать сварочные электроды для получения шва с заданными механическими и химическими свойствами.

**Задание:** Подобрать электрод для сварки стали (в соответствии со своим вариантом) для получения шва с механическими и химическими свойствами.

**Умения**

* производить выбор сварочного оборудования и оптимальных режимов сварки и резки;

**Знания**

* сущность и режимы основных видов сварки и резки, сварочные материалы и устройства сварочного оборудования;

**Задание:** выбрать электрод для получения шва с заданными механическими и химическими свойствами.

**Ход работы**

**1.** Получить вариант свариваемой стали у преподавателя;

**2.** По марочнику сталей и сплавов определить и выписать химический состав стали в таблицу №1;

**Таблица№1** – Химический состав стали.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Углерод,% | Кремний, % | Марганец, % | Хром, % | Никель, % | Сера, % | Фосфор,% | Медь, % |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**3.**По марочнику сталей и сплавов выписать в таблицу №2 механические свойства стали (в соответствии со своим вариантом);

**Таблица №2** – Механические свойства стали.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка стали | Предел прочности, МПа | Предел текучести, МПа | Относительное удлинение, % | Твердость НВ |
|  |  |  |  |  |

**4.** По формуле (1) определить углеродный коэффициент и оценить свариваемость стали (в соответствии со своим вариантом);

Сэкв.= С+ + + (1)



**5.** Сделать вывод о свариваемости стали и технологических возможностях сварки;

**6.** Исходя из соотношения предела прочности свариваемого металла и электрода, сделать выбор типа электрода. Тип электрода зависит от временного сопротивления разрыву заданной марки стали;

**7.** По выбранному типу электрода выбрать марку электрода в соответствии с химическим составом электрода и свариваемого металла;

**8.** Механические и химические характеристики электрода внести в таблицу №3;

**Таблица №3** - Характеристика электрода

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип и марка электрода | Предел прочности, МПа | Предел текучести, МПа | Относительное удлинение, % | Род и полярность тока |
|  |  |  |  |  |

**9.** Привести допускаемые режимы сварки, пространственные положения сварки, тип тока, полярность тока, тип покрытия электрода;

**10.** Привести полное обозначение электрода;

**11.** Ответьте на контрольные вопросы

**12.** Сделать вывод о проделанной работе.

**13.** Оформить отчет и сдать преподавателю.

Контрольные вопросы:

1. Какие функции выполняет обмазка электрода?
2. От каких внешних воздействий необходимо защищать сварочную ванну?
3. По какому критерию делают выбор типа электрода

**Практическая работа № 5**

**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 ø Д, мм, глубиной L, мм в детали, изготовленной из стали Х, 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 Nд=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 Lрх в мм, по формуле (1)

Lр.х.=Lрез.+y+Lдоп (1),

Где Lрез- длина резания (из условия задачи)

Lдоп- 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 у в мм. инструмента у 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 Sо в мм\об.

1. определение подачи по нормативам.
2. определение подачи по паспарту станка.

3.1Присвоить группу подачи исходя из условий обработки (см. таблицу 3).

Таблица 3 - Подача Sо

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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 Sо

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Операция | Группа подач | Sо в мм\об при обрабатываемом диаметре Д в мм. | | | | | | | | | |
| 2,5 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 16 | 20 | 25 | 32 |
| Сверление при ≤3  4-8  Lрез\d ≤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 НВ 229-270. Для сталей НВ< 229 подачу умножать на 1,3, а для сталей НВ>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 Тр в минутах резания.

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

Тр.=Тм.\*λ (2),

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

λ - коэффициент времени резания каждого инструмента, равный отношению длины резания Lрез. этого инструмента к длине рабочего хода Lр.х.

λ= Lрез\ Lр.х. (3)

В случае, когда λ>0,7, его можно не учитывать и принимать Тр.=Тм.

Таблица 5 - Стойкость Тм. в минутах машинной работы

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наибольший обрабатываемый диаметр Д в мм | Тм. 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

5.1Определить скорости резания по нормативам:

V=Vтабл.\*К1\*К2\*К3 (4),

где Vтабл скорость, взятая из таблицы 6,

К1- коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала (см. таблицу 7)

К2-от стойкости инструмента (см. таблицу 8)

К3- от отношения длины резания к диаметру (см. таблицу 9)

Таблица 6 - Скорость резанием Vтабл. при сверлении

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Sо  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 производитель-ности табличные значения умножить на 1,2  2.Для сверла с двойной заточкой скорости резания повышать на 15 % | | | | | | | | | | | |

Таблица 7 - Коэффициент К1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Материал инструмента | Марка обрабатываемой стали | | | | | |
| 25; 40; 45 | | | 15Х; 30Х; 38ХА | | |
| НВ | | | | | |
| 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 К2 для сверла

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Материал инструмента | К2 при стойкости Тр 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 К3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Отношение длины резания к диаметру | До 5 | 8 | 10 |
| К3 | 1,0 | 0,8 | 0,7 |

5.2 Рассчитать число оборотов n по формуле (5)

n= 1000V\πd (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=πdn\1000 (6)

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

tм=Lр.х.\ nSо,  (7)

где Lр.х – длина рабочего хода

n, Sо- принятая подача и число оборотов шпинделя

7. Проверочные расчеты.

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

Ро=Ртабл.Кр (8),

где Ртабл. осевая сила резания при сверлении (см. таблицу 10).

Кр- коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала (см. таблицу 11).

Таблица 10 - Осевая сила резания Ртабл.в кг при сверлении стали

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обрабатываемый диаметр Д в мм | Подача Sо 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 Кр

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обрабатываемый материал | НВ | Кр |
| 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 Nрез в кВт по нормативам.

Мощность резания Nрез при сверлении рассчитать по формуле (9):

Nрез=Nтабл.КN\*n\1000 (9),

где Nтабл- мощность резания по таблице 12

КN- коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала (см. таблицу 13).

n- принятое число оборотов инструмента в минуту.

Таблица 12 - Значение Nтабл. при сверлении стали

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обрабатываемый диаметр Д в мм | Nтабл. при подаче Sо 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 | 02 | 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 | 05 | 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 КN

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обрабатываемый материал | НВ | КN |
| 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 |

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

Nрезо≤ 1,2Nдвη (10)

Таблица 14 - Параметры режимов резания

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Диаметр и глубина отверстия, мм | Марка обрабатываемого материала | Марка сплава сверла | Стойкость инструмента Тр, мин | Скорость резания  V, м\мин | Число оборотов шпинделя станка n, об\мин | Машинное время tм, мин | Осевая сила резания Ро 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. Черепахин А.А. Материаловедение: учебник/ А.А. Черепахин. — М.: КУРС: ИНФРА-М, 2017. — 336с. — (Среднее профессиональное образование).

**Дополнительные источники:**

1. Двоеглазов Г.А. Материаловедение [Электронный ресурс] :: Учебник / Двоеглазов Г.А. - Рн/Д:Феникс, 2015. - 445 с.
2. Лахтин Ю.М. Основы металловедения [Электронный ресурс] : учебник/ Ю.М. Лахтин. — М.: ИНФРА-М, 2017. — 272с. — (Среднее профессиональное образование).
3. Хохлачёва Н.М. Коррозия металлов и средства защиты от коррозии [Электронный ресурс]: учеб. пособие/ Н.М. Хохлачёва, Е.В. Ряховская, Т.Г. Романова. — М.: ИНФРА-М, 2018. — 118 с.

Приложение А

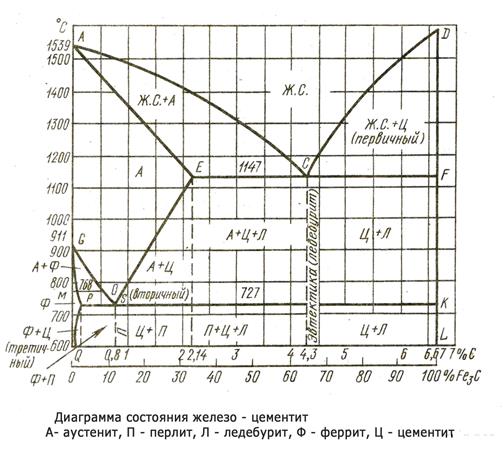


Рисунок 1 - Диаграмма железо – цементит Fe-Fe3C

Приложение Б

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, 2022

Приложение В

**ЛИСТ УЧЕТА ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ темы** | **Наименование работы** | **Объем (час)** | **Оценка** | **Роспись** |
| Тема 2.1 | Лабораторная работа 1. Определение твёрдости металлов по Бринеллю и Роквеллу | 2 |  |  |
| Тема 2.3 | Лабораторная работа 2. Исследованиедиаграммы состояния железоуглеродистых сплавов Fe-Fe3C. | 4 |  |  |
| Тема 2.4 | Лабораторная работа 3. Исследование микроструктуры железоуглеродистых сплавов в равновесном состоянии | 2 |  |  |
| Тема 2.5 | Лабораторная работа 4. Проведение закалки и отпуска стальных образцов с испытанием твердости | 2 |  |  |
| Тема 2.5 | Лабораторная работа 5. Исследование микроструктуры сталей после термической и химико-термической обработки | 2 |  |  |
| Тема 3.2 | Лабораторная работа 6. Исследование микроструктуры чугунов | 2 |  |  |
| Тема 3.2 | Практическая работа 1Выбор режима термообработки чугунной отливки | 2 |  |  |
| Тема 3.4 | Практическая работа 2 Выбор режима закалки стальной детали | 2 |  |  |
| Тема  3.4 | Практическая работа 3 Выбор режима отпуска закаленной детали в зависимости от требуемой твердости | 2 |  |  |
| Тема 3.5 | Лабораторная работа 7. Исследование микроструктуры цветных металлов и сплавов | 2 |  |  |
| Тема 4.2 | Лабораторная работа 8. Определение удельного сопротивления проводника | 2 |  |  |
| Тема 5.1 | Лабораторная работа 9.Исследование микроструктуры и свойств легированных сталей | 2 |  |  |
| Тема 7.2 | Практическая работа 4 Выбор сварочных материалов с заданными механическими и химическими свойствами | 2 |  |  |
| Тема 7.2 | Практическая работа 5. Назначение оптимальных режимов резания | 2 |  |  |

Приложение Г

***Требования к структуре 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 оформленна листе формата А4 в программе Word,Шрифт Times New Roman, кегль 14, межстрочный интервал 1,5.