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

для специальности **22.02.06 Сварочное производство**

Челябинск, 2018

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Методические рекомендации составлены в соответствии с утвержденной программой учебной дисциплины «Материаловедение» | ОДОБРЕНО  Предметной (цикловой)  комиссией  протокол №  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_208 г.  Председатель ПЦК  \_\_\_\_\_\_\_\_\_Н.И. Севостьянова | УТВЕРЖДАЮ  Зам. директора по НМР  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Т.Ю. Крашакова  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2018 г. |

**Автор:** Мороз Ю.А.,преподаватель Южно-Уральского государственного технического колледжа

.

**АКТ СОГЛАСОВАНИЯ**

на методические рекомендации по выполнению практических работ по учебной дисциплине **«**Материаловедение» для специальности для специальности

**22.02.06 Сварочное производство** (базовая подготовка),

разработанной преподавателем Южно-Уральского государственного технического колледжа Мороз Ю.А.

Методические рекомендации по выполнению лабораторных и практических работ составлены в соответствии с утвержденной 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.





Технический директор Р.Г. Девальд

ЗАО ВММ-2



**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Методические рекомендации по выполнению лабораторных и практических работ по учебной дисциплине «Материаловедение» предназначены для обучающихся по специальности 22.02.06 Сварочное производство (базовая подготовка). 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 9 лабораторных и 6 практических занятий, направленных на формирование *элементов следующих компетенций*:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

ПК 1.1. Применять различные методы, способы и приемы сборки и сварки конструкций с эксплуатационными свойствами.

ПК 1.2. Выполнять техническую подготовку производства сварных конструкций.

ПК 1.3. Выбирать оборудование, приспособления и инструменты для обеспечения производства сварных соединений с заданными свойствами.

ПК 1.4. Хранить и использовать сварочную аппаратуру и инструменты в ходе производственного процесса.

ПК 2.1. Выполнять проектирование технологических процессов производства сварных соединений с заданными свойствами.

ПК 2.2. Выполнять расчеты и конструирование сварных соединений и конструкций.

ПК 2.3. Осуществлять технико-экономическое обоснование выбранного технологического процесса.

ПК 2.4. Оформлять конструкторскую, технологическую и техническую документацию.

ПК 2.5. Осуществлять разработку и оформление графических, вычислительных и проектных работ с использованием информационно-компьютерных технологий.

ПК 3.1. Определять причины, приводящие к образованию дефектов в сварных соединениях.

ПК 3.2. Обоснованно выбирать и использовать методы, оборудование, аппаратуру и приборы для контроля металлов и сварных соединений.

ПК 3.3. Предупреждать, выявлять и устранять дефекты сварных соединений и изделий для получения качественной продукции.

ПК 3.4. Оформлять документацию по контролю качества сварки.

ПК 4.1. Осуществлять текущее и перспективное планирование производственных работ.

ПК 4.2. Производить технологические расчеты на основе нормативов технологических режимов, трудовых и материальных затрат.

ПК 4.3. Применять методы и приемы организации труда, эксплуатации оборудования, оснастки, средств механизации для повышения эффективности производства.

ПК 4.4. Организовывать ремонт и техническое обслуживание сварочного производства по Единой системе планово-предупредительного ремонта.

ПК 4.5. Обеспечивать профилактику и безопасность условий труда на участке сварочных работ.

Студент в процессе работы должен **уметь:**

* + распознавать и классифицировать конструкционные и сырьевые материалы по внешнему виду, происхождению, свойствам;
  + определять виды конструкционных материалов;
  + выбирать материалы для конструкций по их назначению и условиям эксплуатации;
  + проводить исследования и испытания материалов;
  + выбирать термическую и химико-термическую обработкусплавов
  + назначать режимы термической и химико-термической обработки сплавов

Студент в процессе работы должен **знать**:

* + закономерности процессов кристаллизации и структурообразования металлов и сплавов, основы их термообработки, способы защиты металлов от коррозии;
  + классификацию и способы получения композиционных материалов;
  + принципы выбора конструкционных материалов для их применения в производстве;
  + строение и свойства металлов, методы их исследования;
  + 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 и 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 2.1 | ЛР 1. Определение твёрдости металлов по Бринеллю и Роквеллу | 2 |
| Тема 2.1 | ЛР 2. Определение ударной вязкости стали | 2 |
| Тема 2.3 | ЛР 3. Исследование микроструктуры железоуглеродистых сплавов | 2 |
| Тема 2.3 | ПР 1.Построение кривых охлаждения железоуглеродистых сплавов | 4 |
| Тема 2.3 | ПР2. Определение структуры зоны термического влияния при сварке | 4 |
| Тема 2.5 | ЛР 4. Проведение закалки и отпуска стальных образцов с испытанием твердости | 2 |
| Тема 2.5 | ЛР 5. Исследование микроструктуры сталей после термической и химико-термической обработки | 4 |
| Тема 2.5 | ПР 3.Выбор режима закалки стальной детали | 2 |
| Тема 2.5 | ПР 4. Выбор режима отпуска закаленной детали в зависимости от требуемой твердости | 2 |
| Тема 3.2 | ЛР.6 Исследование микроструктуры чугунов | 2 |
| Тема 3.2 | ПР 5.Выбор режима термообработки чугунной отливки | 2 |
| Тема 3.4 | ЛР 7. Исследование микроструктуры цветных металлов и сплавов | 2 |
| Тема 3.5 | ЛР 8. Исследование микроструктуры и свойств легированных сталей | 2 |
| Тема 3.5 | ЛР.9 Исследование структуры наплавленных поверхностей | 4 |
| Тема 4.1 | ПР6. Определение видов конструкционных материалов | 2 |

**Лабораторная работа №1**

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

**Цель:** формирование уменийопределять твердость материалов с помощью лабораторных оборудований по Роквеллу и Бринеллю

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

**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 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.
8. 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;
9. Пользуясь переводной таблицей, переведите значения твёрдости по Роквеллу HRC и диаметр отпечатка в числа твёрдости НВ и занести в таблицу.
10. Ответьте на контрольные вопросы
11. Сделайте вывод.

Таблица 1 - Показатели измерений

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № измерения | Твёрдость | | |
| по Бринеллю | по Роквеллу | по НВ (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 №2**

**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 КС вычисляется по формуле: ,

где К – работа удара, затраченная на излом образца, Дж (кГ · м);

S0 – площадь поперечного сечения образца в месте надреза, м2 (см2).

Для испытания применяют стандартный образец

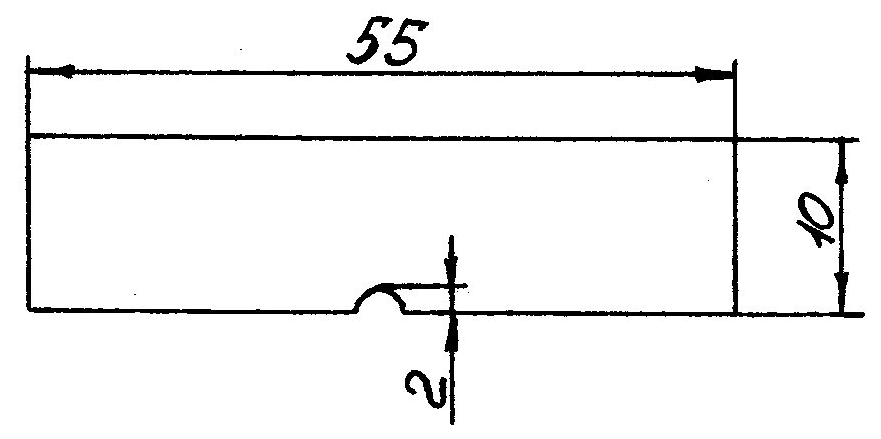


Рисунок 1 – Эскиз образца для испытания

**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, см2 | 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/см2 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |

1. Рассчитайте площадь поперечного сечения образца и заполните графу 4 таблицы 1.
2. 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.
3. Поместите образец на опоры надрезом в сторону, противоположную удару.
4. Опустите защёлку и произведите удар по образцу.
5. Зафиксируйте вредную работу, совершаемую маятником, по шкале и заполните графу 6 таблицы 1.
6. На обратном движении маятника опустите тормозную педаль, чтобы остановить качение маятника, зафиксируйте полезную работу и заполните графу 7 таблицы 1.
7. Рассчитайте значение ударной вязкости КСU и заполните графу 8 таблицы 1.
8. Сделайте вывод.
9. 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 № 3**

**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.

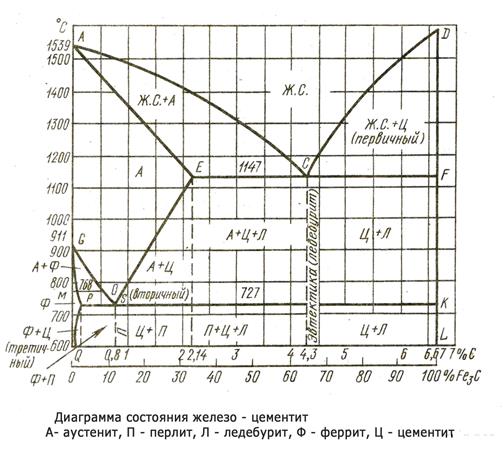


Рисунок 1 – Диаграмма состояния Fe-Fe3С

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 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: Построение кривых охлаждения железоуглеродистых сплавов**

**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 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:

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.

**Практическое занятие №2**

**Тема: Определение структуры зоны термического влияния при сварке**

**Цель работы:** Формирование умений определять особенности формирования структуры и механических свойств металла шва и зоны термического влияния сварного соединения при дуговой сварке плавлением.

**знания** (актуализация)**:**

* + закономерности процессов кристаллизации и структурообразования металлов и сплавов, основы их термообработки, способы защиты металлов от коррозии;
  + строение и свойства металлов, методы их исследования.

**умения:**

* черчения микроструктуры зоны металла шва и зоны термического влияния;
* построения кривой охлаждения кристаллизации металла шва и околошовной зоны.

**Задания:**

1.Определить характерные зоны сварного соединения.

2.Зарисовать схему строения сварного шва (см. рисунок 3) и описать особенности структуры каждого участка зоны термического влияния. Данные занести в таблицу №1.

## Теоретический материал

*Характерные зоны в сварных соединениях и особенности их образования, структуры и свойств.*

Процесс образования сварного соединения начинается с нагрева и расплавления основного и электродного металлов.

После образования сварочной ванны жидкий металл подвергается металлургической обработке – раскислению (удалению кислорода), рафинированию (удалению вредных примесей) и легированию. В этот же период происходит выделение газов из жидкого металла.

Последний период – кристаллизация металла шва.

Следует отметить, что одновременно с образованием сварочной ванны и кристаллизацией происходит нагрев околошовной зоны основного (свариваемого) металла. Поэтому в процессе сварочной операции, каждый объем металла сварного соединения претерпевает нагрев до разных максимальных температур и затем охлаждается с различной скоростью. Таким образом, каждый характерный участок металла в сварном соединении после сварки имеет свою термическую историю, которая может быть описана термическим циклом сварки.

***Термический цикл сварки*** (также как и любая термическая обработка) представляет собой изменение температуры сварного соединения во времени.

В зависимости от реальных условий процесса сварки, скорости нагрева и охлаждения и достигаемые температуры могут изменяться в очень широких пределах. Условились режимы сварки, при которых скорости нагрева и охлаждения очень большие, называть *«жесткими»*. Под *«мягким»* режимом понимают такие режимы, при которых металл нагревается и охлаждается медленно.

Сварное соединение состоит из следующих зон (см. рисунок 1)

***Металл шва***. Это та зона, в которой в связи с нагревом выше температуры ликвидуса свариваемый металл расплавлялся в процессе сварки, перемешивался с металлом электрода и затем кристаллизовался. Структура шва характеризуется столбчатой формой кристаллов. При дальнейшем охлаждении металл шва претерпевает вторичную перекристаллизацию. Особенностью кристаллизации сварочной ванны является то, что в отличие от кристаллизации слитка, кристаллизация шва протекает при одновременном нагреве от источника тепла и охлаждения в виде отвода тепла в основной металл. Металл шва, за счет перехода легирующих элементов из покрытия или электродного стержня, часто отличается по химическому составу от основного металла. Как известно, литая структура металла шва обладает меньшей прочностью и повышенной хрупкостью по сравнению с основным металлом, который, как правило, имеет более высокую прочность и ударную вязкость за счет обработки его давлением (прокатка, ковка и т.п.).

Равнопрочность литого металла шва с основным металлом при сварке достигается за счет легирования шва.

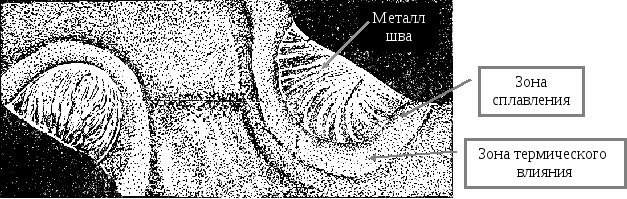


Рисунок 1 - Макроструктура нахлесточного сварного соединения

***Зона сплавления*** охватывает те объемы металла, которые в процессе сварки нагревались до температур выше линии солидуса, но ниже линии ликвидуса. В этой области происходило частичное расплавление основного металла. В эту зону в процессе сварки могли проникать различные элементы, которые вводились в электрод. Ширина зоны сплавления зависитот свойств металла (что определяет температурный интервал *Т*л – *Т*с) и от способа сварки.

***Зона термического влияния*** представляет тот объем основного металла, который при сварке нагревался ниже температуры плавления, и вызвал изменение структуры и свойств.

Характер структуры и свойств в отдельных зонах сварного соединения может быть определен из рассмотрения диаграммы состояния свариваемого сплава. Наибольшее применение в промышленности находят низкоуглеродистые стали, отличающиеся хорошей свариваемостью. Для анализа изменения микроструктуры малоуглеродистой стали, при сварке воспользуемся диаграммой железо-углерод. Намечая на диаграмме состояния температурные границы характерных зон и участков, перенесем эти границы на график распределения температур. Из точек пересечения горизонтальных линий с кривой охлаждения опустим перпендикуляры на рисунок сварного соединения. Это дает возможность определить линейные границы отдельных участков.

При сварке плавлением низкоуглеродистых сталей применяются сварочные материалы, при которых металл шва получается низкоуглеродистым и низколегированным. Такие стали мало чувствительны к скорости охлаждения и не закаливаются. Микроструктура шва получается, как правило, феррито-перлитной.

Переходная зона, или зона сплавления (иногда ее называют границей сплавления), отмечена на схеме цифрой 1 (см. рисунок 2). У низкоуглеродистых сталей она невелика. Обычно она имеет ширину 0,08-0,1 мм при дуговой сварке. Структура данной зоны обычно крупнозернистая (феррит + перлит).

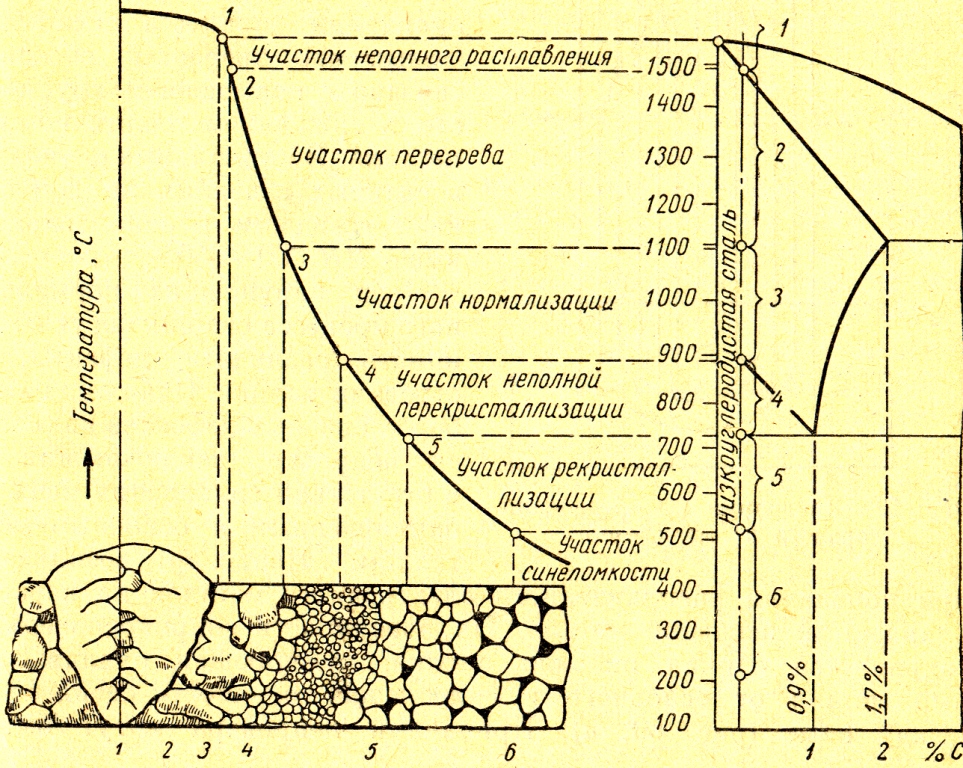


Рисунок 2 – Структура зоны термического влияния при сварке плавлением низкоуглеродистой стали

*Зона термического влияния* нагревается до температур ниже солидуса и в зависимости от температуры нагрева разделяется на ряд участков.

*Участок перегрева* (2) у низкоуглеродистой стали включает металл, нагретый от температур 1000-1100 °C до температур, близких к температуре плавления. В связи с этим здесь развивается крупное зерно; характерным признаком перегрева является повышенная хрупкость. Иногда в участке перегрева встречается так называемая видманштеттова структура. Эта структура впервые была обнаружена Видманштеттом при исследовании метеоритного железа и характеризуется ориентированным расположением феррита. При правильно выбранных режимах сварки структура участка перегрева – крупнозернистый перлит и феррит. Ширина этого участка – 1 – 3 мм

*Участок нормализации* (3) охватывает металл, нагреваемый в процессе сварки несколько выше критической точки *Ас*3 (для низкоуглеродистой стали до температур 900-1100 °С). Благодаря процессу перекристаллизации при нагреве и охлаждении и оптимальной температуре этого нагрева имеет место значительное измельчение зерна. Механические свойства этого участка весьма высокие по сравнению со свойствами других участков зоны термического влияния. Ширина этого участка – 1,2 – 4 мм

*Участок неполной перекристаллизации* (4) нагревается до температур, лежащих в интервале от точки *Aс*1 до *Aс*3. Металл этого участка в процессе нагрева и охлаждения подвергается только частичной перекристаллизации. Процесс перекристаллизации доэвтектоидной стали протекает следующим образом. До нагрева основной металл имеет структуру феррит и перлит со значительным преобладанием феррита, поскольку сталь низкоуглеродистая. При нагреве в точке *Aс*1 наблюдается эвтектоидное превращение перлита в аустенит, феррит же при этой температуре никаких превращений не претерпевает. При охлаждении зерна феррита остаются без изменения, а аустенит переходит в мелкозернистый перлит. Таким образом, отличительной чертой структуры этого участка будет наличие мелких зерен перлита рядом с зернами феррита, имеющими обычные, характерные для основного металла размер и форму. Ширина этого участка – 0,7 – 4 мм;

*Участок рекристаллизации*(5) может иметь разную структуру в зависимости от предшествовавшей обработки. У горячекатаной или отожженной перед сваркой стали структура металла, нагревавшегося до температур ниже *Ас*1, не меняется.

Если металл перед сваркой был наклепан (путем холодной прокатки, штамповки, гибки, обработки резанием), то структурные превращения наблюдаются и на участках, которые нагревались ниже температуры *Ас*1. В холоднодеформированном металле при нагреве происходит процесс рекристаллизации, заключающийся в том, что из деформированных, вытянутых зерен вырастают новые, равноосные зерна. Величина этих новых зерен зависит от степени деформации.

Если же основной металл перед сваркой холодной пластической деформации не подвергался, то рекристаллизация не происходит и участка рекристаллизации не будет.

*Участок синеломкости* (6) по структуре совершенно не отличается от основного металла. Температура нагрева этого участка 200-500 °С, при котором на поверхности стали появляются синие цвета побежалости (пленки окислов). Характеризуется тем, что прочность и твердость металла повышаются, а пластичность и ударная вязкость – резко падают.

Механические свойства зон и участков сварного соединения неодинаковы. Наиболее низкими механическими свойствами будут обладать металл шва, граница сплавления, участок перегрева и участок синеломкости. Низкие механические характеристики шва объясняются литой структурой металла и вероятностью наличия дефектов (включений, газовых пор, непроваров и т.п.). Переходная зона, как известно, состоит из литых зерен и крупных зерен перегретого основного металла с характерной для них низкой прочностью. На участке синеломкости прочность снижается из-за выпадения примесей по границам зерен. Особенно резко проявляется это явление при эксплуатации сварных конструкций при повышенных температурах.

**Порядок выполнения работы**

1. На рисунке 1 определите зоны сварного соединения. Данные занесите в таблицу 1, в графу 1.

2. По рисунку 2 определите строение каждого участка соединения: зоны металла шва и зоны термического влияния.

3. По материалам, полученным на теоретическом изучении дайте характеристику кристаллическому строению и свойствам каждого участка сварного соединения. Данные занесите в таблицу 1, в графы 2,3,4.

Таблица№1 – Характеристика участков шва и зоны термического влияния

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование участка сварного соединения | Кристаллическое строение участка | Ширина участка сварного соединения | Характеристика участка сварного соединения |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

4.Определите по структуре сварного шва наиболее вероятное место его разрушения.

5.Ответьте на контрольные вопросы.

6. Сделайте вывод о проделанной работе и сдайте отчет преподавателю.

## Контрольные вопросы

1. Из каких зон состоит сварное соединение?
2. Что называется зоной термического влияния?
3. Из каких участков состоит зона термического влияния?
4. От чего зависит величина зоны термического влияния?
5. Отличается ли химический состав металла в зоне термического влияния от химического состава основного свариваемого металла?

**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.

**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  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 - Показатели 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 |
| 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 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 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 № 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

**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 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.

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 № 3**

**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-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 Ас3 по диаграмме Fe-Fe3C и по марочнику.
2. Рассчитать температуру закалки и сравнить ее со справочными данными.
3. Определить время нагрева под закалку и охлаждающую среду.
4. Построить график закалки в координатах «температура - время».
5. По результатам работы сделать вывод о проделанной работе.

**Практическая работа № 4**

**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. По результатам работы сделать вывод.

**Лабораторная работа № 6**

**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 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 | |
| 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 № 5**

**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 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. 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 № 7**

**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 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 | |
| зарисовки | структурные составляющие |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|  |  |  |  |

5. Сделайте вывод.

6. Ответьте на контрольные вопросы:

1) Из чего состоит микроструктура силумина АЛ2?

2) Из чего состоит микроструктура дюралюмина Д1?

3) Из чего состоит микроструктура латуни Л90?

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

7. Сдайте отчет преподавателю.

**Лабораторная работа №8**

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

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

**Оборудование**: металлографческий микроскоп «МИМ-7М», набор микрошли-

фов 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 |
| 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:

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?

7. Сдайте отчет преподавателю.

**Лабораторная работа 9**

**Тема:** **Исследование структуры наплавленных поверхностей**

**Цель работы:** Формирование умений исследовать структуру наплавленных поверхностей.

**знания** (актуализация)**:**

* + закономерности процессов кристаллизации и структурообразования металлов и сплавов, основы их термообработки, способы защиты металлов от коррозии;
  + строение и свойства металлов, методы их исследования.

**умения:**

* черчения микроструктуры зоны металла шва и зоны термического влияния;
* определения твердости наплавленных поверхностей.

**Оборудование:** макрошлифы сварного соединения, лупа, твердомер ТК-2

**Задание:** Исследовать макроструктуру образца сварного соединения низкоуглеродистой стали 08, замерить твердость сварного соединения по зонам: наплавленный металл, з. т. в., основной металл.

## Теоретический материал

Сварной шов при сварке плавлением образуется в месте соединения металлических заготовок в результате сплавления присадочного материала со свариваемым. В получаемых сварных соединениях можно выделить три зоны, отличающиеся друг от друга структурным строением: зона наплавленного металла (шов) - I, зона термического влияния (околошовная) - II, зона основного металла - III. Структура и свойства металла последней зоны в процессе сварки не изменяются. Металл же шва и околошовной зоны претерпевает фазовые превращения вследствие нагрева и последующего охлаждения. Следовательно, качество сварного соединения в основном определяется свойствами металла этих двух зон.

Строение металла сварных соединений можно выяснить при рассмотрении макро- и микроструктуры.

Макроструктурный анализ - распространенный метод предварительной оценки качества сварных соединений, выполненных различными видами сварки. Макроструктура изучается на поверхности макрошлифа визуально (глазами)или при небольших увеличениях (до 30 раз). Темплеты (образцы) макрошлифов вырезают т.о., чтобы на них вместились все основные зоны (I, II, III). Макроанализ сварных соединений позволяет выявить:

* форму и размеры шва;
* направленность, рост и размеры кристаллитов шва;
* площадь и форму провара основного металла;
* размеры и форму околошовной зоны;
* наличие дефектов (поры, непровар, шлаковые включения, трещины).

При исследовании сварных швов первые усредненные значения твердости обычно получают на приборе Роквелла. Данные макроанализа и результаты измерения твердости характерных участков сварного соединения составляют предварительную оценку его качества.

**Порядок выполнения работы**

1. Ознакомьтесь с основными положениями.

2. Замерьте твердость сварного соединения по зонам: наплавленный металл, зона термического влияния, основной металл на твердомере Роквелла. Данные измерения занести в таблицу 1.

Таблица 1 – Показатели измерения

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Зона сварного шва | Твердость, HRC | Предел прочности, МПа | Участок наиболее вероятный для возникновения дефекта сварного шва |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

3. Рассчитайте значение предела прочности σ (исходя из замеров твердости поверхности) по формуле, данные занести в таблицу 1:

σ при твердости 120...175 НВ σ =˜ 0,34·НВ;

σ при твердости 175...450 НВ ˜ σ = 0,35 ·НВ;

4. Укажите дефекты сварного соединения, представленные на образце.

5. Назовите участок сварного шва, на котором наиболее вероятно появление дефекта шва

6. Ответьте на контрольные вопросы.

7. Сделайте вывод о проделанной работе

8. Сдайте отчет преподавателю.

**Контрольные вопросы**

1. Какие характерные зоны можно выделить в сварных соединениях?
2. Какими методами измеряют твердость отдельных зон и участков сварных соединений?
3. Какая существует взаимосвязь между структурой, свойствами и качеством сварных соединений?

**Практическое занятие № 6**

**Тема: Определение видов конструкционных материалов.**

**Цель работы:** Формирование умений определять конструкционные материалы.

**Знания** (актуализация):

* + принципы выбора конструкционных материалов для их применения в производстве;
  + строение и свойства металлов, методы их исследования;
  + классификацию материалов, металлов и сплавов, их области применения.

**Умения:**

* + проводить исследования и испытания материалов;
  + распознавать и классифицировать конструкционные и сырьевые материалы по внешнему виду, происхождению, свойствам;

**Оборудование:**образцы конструкционных и сырьевых материалов, справочные материалы.

**Задание:** Определить виды конструкционных материалов.

**Теоретический материал**

*Конструкционные материалы*

Конструкционными материалами называют материалы, из которых изготовляются детали конструкций (машин и сооружений), воспринимающих силовую нагрузку. Определяющими параметрами Конструкционные материалы являются механические свойства, что отличает их от других технических материалов (оптических, изоляционных, смазочных, лакокрасочных, декоративных, абразивных и др.). К основным критериям качества конструкционных материалов относятся параметры сопротивления внешним нагрузкам: прочность, вязкость, надежность, ресурс и др.

Конструкционные материалы подразделяются: по природе материалов — на металлические, неметаллические и композиционные материалы; по технологическому исполнению — на деформированные (прокат, поковки, штамповки, прессованные профили и др.), литые, спекаемые, формуемые, склеиваемые, свариваемые (плавлением, взрывом, диффузионным сращиванием и т.п.); по условиям работы — на работающие при низких температурах, жаропрочные, коррозионно-, окалино-, износо-, топливо-, маслостойкие и т.д.; по критериям прочности — на материалы малой и средней прочности с большим запасом пластичности, высокопрочные с умеренным запасом пластичности.

Для многих областей техники необходимы конструкционные материалы, сочетающие конструкционную прочность с высокими электрическими, теплозащитными, оптическими и другими свойствами.

В составе конструкционных материалов нашли своё применение почти все элементы таблицы Менделеева, а эффективность ставших уже классическими для металлических сплавов методов упрочнения путём сочетания специально подобранного легирования, высококачественной плавки и надлежащей термической обработки снижается, перспективы повышения свойств конструкционных материалов связаны с синтезированием материалов из элементов, имеющих предельные значения свойств.

*Классификация свойств конструкционных материалов*

**1.***Механические свойства* характеризуются способностью материала сопротивляться деформированию и разрушаться под действием внешних воздействующих факторов.

· Прочность (способность материала сопротивляться разрушению и пластично деформироваться под воздействием внешних сил);

· Твердость(способность материалов сопротивляться деформированию в поверхностном слое при местном, контактном и силовом воздействии);

· Упругость(способность материала восстанавливать свою форму и размеры, под действием внешних сил без разрушения);

· Вязкость (способность материала поглощать механическую энергию и при этом испытывать значительную пластическую деформацию до разрушения);

· Хрупкость (способность материала разрушаться под действием внешних сил, сразу после упругой деформации).

**2.**Физические свойствахарактеризуют поверхность материала в тепловых, гравитационных, электромагнитных и радиоактивных полях.

*· Свет*(способность материала отражать световые лучи с определенной длиной световой волны);

*· Плотность*(масса единицы объема вещества);

· *Температура плавления****;***

· *Электропроводность*(способность материала хорошо и без потерь проводить электрический ток);

· *Теплопроводность*(способность материала переносить Тепловую энергию от более нагретого участка к менее нагретому);

· *Теплоёмкость*(способность материала поглощать определенное количество теплоты);

· *Магнитные*(способность материалахорошо намагничиваться);

**3***. Технологические свойства*характеризуются способностью материала подвергаться различным видам горячей и холодной обработки.

· Литейные свойства;

· Ковкость (важно при обработке давлением);

· Свариваемость(это показатель того, на сколько материал может показать свариваемые соединения);

· *Обработка резанием;*

*· Прокаливаемость;*

*· Закаливаемость.*

**4.***Эксплуатационные свойства***,**характеризуют способность материалов обеспечивает надежную и долговечную работу изделий в конкретных условиях и эксплуатации, базируются на механических, физических и химических свойствах.

**5.***Химические свойства* характеризуют способность материала вступать в химическое взаимодействие с другими веществами.

*· Растворимость*(способность материала образовывать с одним или несколькими веществами однородные системы, называющихся растворами);

· Жаростойкость(способность материала противостоять химическому разрушению поверхности под действием воздуха или другой окислительной атмосферой при высоких температурах);

· *Коррозионостойкость* (способность металлических материалов противостоять разрушению в результате химического или электрохимического воздействия на их поверхности внешней агрессивной среды (аналогичное свойство для неметаллических материалов- *химикостойкость*);

*· Окисление*(способность материалов отдавать электроны, то есть окисляться при химическом взаимодействии с окружающей средой или другой материей).

**Порядок выполнения работы**

1. Изучите краткие теоретические сведения.

2.Внимательно изучите внешние особенности предложенных образцов, проанализируйте их свойства. По результатам заполните таблицу.

Таблица 1 - Анализ внешних особенностей и свойств материалов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование  материала | Внешние  признаки | Характерные  свойства |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

3. Ответьте на контрольные вопросы.

4. Сделайте необходимые выводы по результатам анализа свойств.

5. Оформите отчет и сдайте преподавателю.

Контрольные вопросы

1.Где применяют конструкционные материалы?

2.Как классифицируются конструкционные материалы?

3.Какие показатели качества характерны конструкционным материалам?

Литература

**Основные источники:**

1. Моряков О.С. Материаловедение: учебник для СПО - М.: Академия, 2013
2. 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.

Интернет-ресурсы:

1. <http://supermetalloved.narod.ru>

2. <http://www.sinol.by/materialovedenie>

3. <http://materiall.ru>

4. [http://mtkm.omgtu.ru](http://mtkm.ogtu.ru)

Приложение А

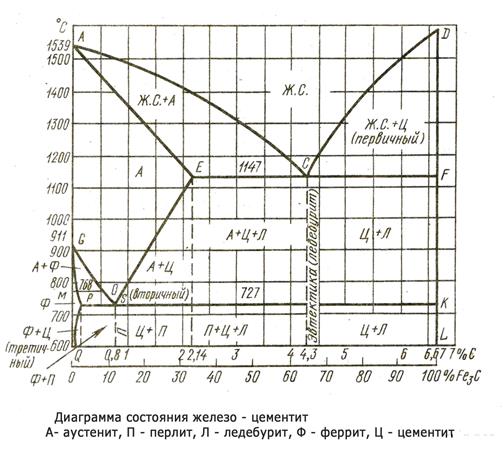


Рисунок 1 - Диаграмма железо – цементит

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, 2018

Приложение В

**ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ темы** | **Наименование работы** | **Объем (час)** |
| Тема 2.1 | ЛР 1. Определение твёрдости металлов по Бринеллю и Роквеллу | 2 |
| Тема 2.1 | ЛР 2. Определение ударной вязкости стали | 2 |
| Тема 2.3 | ЛР 3. Исследование микроструктуры железоуглеродистых сплавов | 2 |
| Тема 2.3 | ПР 1.Построение кривых охлаждения железоуглеродистых сплавов | 4 |
| Тема 2.3 | ПР2. Определение структуры зоны термического влияния при сварке | 4 |
| Тема 2.5 | ЛР 4. Проведение закалки и отпуска стальных образцов с испытанием твердости | 2 |
| Тема 2.5 | ЛР 5. Исследование микроструктуры сталей после термической и химико-термической обработки | 4 |
| Тема 2.5 | ПР 3.Выбор режима закалки стальной детали | 2 |
| Тема 2.5 | ПР 4. Выбор режима отпуска закаленной детали в зависимости от требуемой твердости | 2 |
| Тема 3.2 | ЛР.6 Исследование микроструктуры чугунов | 2 |
| Тема 3.2 | ПР 5.Выбор режима термообработки чугунной отливки | 2 |
| Тема 3.4 | ЛР 7. Исследование микроструктуры цветных металлов и сплавов | 2 |
| Тема 3.5 | ЛР 8. Исследование микроструктуры и свойств легированных сталей | 2 |
| Тема 3.5 | ЛР.9 Исследование структуры наплавленных поверхностей | 4 |
| Тема 4.1 | ПР 6. Определение видов конструкционных материалов | 2 |

Приложение Г

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