###### Министерство образования и науки Калужской области

###### Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение

###### Калужской области

######  «Людиновский индустриальный техникум»

**Методические рекомендации**

**по выполнению лабораторных работ**

**по учебной дисциплине ОП.04 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**

**по специальности**

**15.02.08. Технология машиностроения**

Людиново, 2017 г.

Методические рекомендации разработаны в соответствии с рабочей программой **ОП.04 Материаловедение,** утверждена зам. директора по УПР

 Утверждено:

**Заведующая по учебной работе:**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ О.Е. Селиверстова

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2017 г.

Рассмотрены и одобрены на заседании цикловой комиссии

профессиональных дисциплин технического профиля

Протокол № \_1\_ от 31.08. 2017 г.

Председатель ЦК \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Е.А. Филатова

Составил: преподаватель спец. дисциплин**:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Е.Г. Петухова

**Содержание.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Темы работ | Часы | Страницы |
|  | Лабораторная работа №1Тема: Определение твердости стали  | 2 | 4 |
|  | Лабораторная работа №2.Тема: Определение твердости чугуна.  | 2 | 7 |
|  | Лабораторная работа № 3.Тема: Испытание на ударную вязкость.  | 2 | 9 |
|  | Лабораторная работа №4.Тема: Ознакомление со структурой, свойствами стали и чугуна. | 2 | 12 |
|  | Лабораторная работа № 5.Тема: Ознакомление со структурой и свойствами цветных металлов. | 2 | 14 |
|  | Лабораторная работа № 6.Тема: Ознакомление со структурой и свойствами сплавов цветных металлов.  | 2 | 16 |
|  | ***Итого*** | ***12 час*** |  |

**Лабораторная работа № 1**

**Тема: Определение твердости стали**

**Цель работы:** приобрести навыки в определение твердости стали по методу Роквелла.

Студент должен знать устройство и принцип работы твердомера.

Перед выполнением лабораторной работы студент должен ознакомиться с правилами техники безопасности при работе с твердомером.

**Оборудование и материалы:** твердомер лабораторный HBRV-187/5, образцы сталей, справочник Конструктора-машиностроителя, Москва - 2009 г.

***Методические рекомендации:***

***1. Краткие теоретические сведения****:*

*Твердость -* это свойство металлов сопротивляться проникновению в него другого твердого тела определенной формы и размеров.

***Метод Роквелла.***

Сущность метода занимается во внедрении в поверхность образца (или изделия) алмазного конусного (шкалы А. С, D) или стального сферического наконечника (шкалы В, Е, F, G.Н, К) под действием последовательно прилагаемых предварительной и основной сил, и в определении глубины внедрения наконечника после снятия основной силы.

Твердость по Роквеллу обозначают символом HR с указанием шкалы твердости, которому предшествует числовое значение твердости из трех значащих цифр.

Пример обозначения: 61,5 HRC — твердость по Роквеллу 61,5 единиц по шкале С.

С целью обеспечения единства измерений введен государственный специальный эталон для воспроизведения шкал твердости Роквелла и передачи их при помощи образцовых средств измерений (рабочих эталонов) рабочим средствам измерений, применяемым в стране (ГОСТ 8.064 — 94).

Схема определения твердости по методу Роквелла

 ***рис.1***

Чем твёрже материал, тем меньше будет глубина проникновения наконечника в него. Чтобы при большей твёрдости материала не получалось большее число твёрдости по Роквеллу, вводят условную шкалу глубин, принимая за одно её деление глубину, равную 0.002 мм. При испытании алмазным конусом предельная глубина внедрения составляет 0.2 мм, или 0.2 / 0.002 = 100 делений, при испытании шариком — 0.26 мм, или 0.26 / 0.002 = 130 делений. Таким образом формулы для вычисления значения твёрдости будут выглядеть следующим образом:

а) при измерении по шкале А (HRA) и С (HRC):



Разность  представляет разность глубин погружения индентора (в миллиметрах) после снятия основной нагрузки и до её приложения (при предварительном нагружении).

б) при измерении по шкале B (HRB):



Диапазоны шкал твердости по Роквеллу, воспроизводимых эталоном, приведены в таблице:

Диапазоны шкал твердости по Роквеллу, воспроизводимых эталоном, приведены в таблице:

**1. Диапазоны шкал твердости по Роквеллу, воспроизводимых эталоном по ГОСТ 8.064 – 94**

 ***табл. 1.***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Шкалы |  | Диапазоны измерений |
| Роквелла | А |  | 70 — 93 HRA |
| В |  | 25 — 100 HRB |
| С |  | 20 — 67 HRC |

**2. Сравнение чисел твердости металлов и сплавов по различным шкалам**

Примечание.   Погрешность перевода чисел твердости по Виккерсу в единицы Бринелля ± 20 НВ; в единицы Роквелла — до ± 3 HRC (HRB); значения σв до ± 10 %.

В табл. 2 приводятся приближенные соотношения между числами твердости, определенные различными методами. С достаточной степенью точности для конструкционных углеродистых и легированных сталей перлитного класса, для которых 150 НВ, можно принять σ 0,2 = 0.367 НВ, для стали НВ < 150  σ 0,2 ≈ 0,2 НВ. Для конструкционных сталей низколегированных и углеродистых (НВ > 150) σв \* ≈ 0,345 НВ. Для более точного пересчета НВ на HRC рекомендуется пользоваться ГОСТ 22761-77.

**2. *Пример выполнения задания***

- установить образец стали на экспериментальный столик; - выбрать шкалу "С" для определения твердости стали;

- поворачивая маховик прибора, внедрить алмазный наконечник в образец, постепенно увеличивая нагрузку от 381 Н до 1475 Н;

- на шкале прибора определится твердость стали в условных единицах, например значение твердости, определенное по шкале "С" для марки ст.3 к.п. записывается следующим образом: 20 HRC. По справочнику значение твердости для этой марки стали равно 21. Абсолютная погрешность измерений равна 1 ед.

- записать значение твердости и сравнить его с табличным.

- вычислить абсолютную погрешность измерений.

**Ход работы**

1. Ознакомиться с принципом работы твердомера и измерить твердость сплавов.

2. Сравнить полученный результат с таблицей твердостей по справочнику, вычислить абсолютную погрешность: разность полученного значения и табличного (по модулю).

3. Оформить отчет по соответствующей форме.

**Задание**

**1.** Измерить твердость марок сталей: ст.40 , ст.35.

2. Сравнить экспериментальные значения твердости стали с табличными значениями для данной марки стали.

3. Вычислить абсолютную погрешность измерений.

**Содержание отчета**

1. Тема лабораторной работы, цель работы, оборудование и материалы, задание, схему внедрения алмазного наконечника в образец под различными значениями нагрузок. **(рис.1)**

2. Значения твердости для сталей, полученные экспериментальным путем в сравнении с табличными данными.

3. Вывод и ответы на контрольные вопросы.

**Контрольные вопросы**

1. Что понимают под твердостью материала?

2. Какими методами можно измерить твердость материала?

3. Корреляция между твердостью материала и другими свойствами металлов.

4. Измерение твердости методом Роквелла и сравнение испытаний по Бриннелю и Роквеллу.

**Лабораторная работа № 2**

**Тема: Определение твердости чугуна**

**Цель работы**: **:** приобрести навыки в определение твердости чугуна по методу Роквелла.

Студент должен знать устройство и принцип работы твердомера.

Перед выполнением лабораторной работы студент должен ознакомиться с правилами техники безопасности при работе с твердомером.

**Оборудование и материалы:** твердомер (см. работу №1), образцы чугуна, справочник "Машиностроителя-конструктора", Москва, 2009 г., паспорт твердомера.

***Методические рекомендации***

***1. Краткие теоретические сведения***

***Твердость*** *-* это свойство металлов сопротивляться проникновению в него другого твердого тела определенной формы и размеров.

***Метод Роквелла.***

Сущность метода занимается во внедрении в поверхность образца (или изделия) алмазного конусного (шкалы А. С, D) или стального сферического наконечника (шкалы В, Е, F, G.Н, К) под действием последовательно прилагаемых предварительной и основной сил и в определении глубины внедрения наконечника после снятия основной силы. Твердость по Роквеллу обозначают символом HR с указанием шкалы твердости, которому предшествует числовое значение твердости из трех значащих цифр. Пример обозначения: 61,5 HRC — твердость по Роквеллу 61,5 единиц по шкале С. С целью обеспечения единства измерений введен государственный специальный эталон для воспроизведения шкал твердости Роквелла и Супер-Роквелла и передачи их при помощи образцовых средств измерений (рабочих эталонов) рабочим средствам измерений, применяемым в стране (ГОСТ 8.064 — 94).

Диапазоны шкал твердости по Роквеллу, воспроизводимых эталоном, приведены в таблице:

**1. Диапазоны шкал твердости по Роквеллу, воспроизводимых эталоном по ГОСТ 8.064 – 94**

***табл. 1.***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Шкалы |  | Диапазоны измерений |
| Роквелла | А |  | 70 — 93 HRA |
| В |  | 25 — 100 HRB |
| С |  | 20 — 67 HRC |

Твердость чугунов варьируется от 200-290 ед. по Бриннелю.

**2. *Пример выполнения задания***

- установить образец стали на экспериментальный столик;

- выбрать шкалу С для определения твердости чугуна;

- поворачивая маховик прибора, внедрить алмазный наконечник в образец, постепенно увеличивая усилие от 381 Н до 1475 Н;

- на шкале прибора определится твердость чугуна в условных единицах;

- записать значение твердости и сравнить его с табличным;

- вычислить абсолютную погрешность измерений (разность между расчетным и табличным значениями).

**Ход работы**

1. Ознакомиться с принципом работы твердомера и определить экспериментальным путем твердость чугуна. 2. Сравнить полученный результат с *таблицей твердостей для чугунов по справочнику* , вычислить абсолютную погрешность: разность полученного значения и табличного (по модулю). 3. Оформить отчет по соответствующей форме.

**Задание**

**1.** Измерить твердость марок серого чугуна СЧ10, СЧ30

2. Сравнить экспериментальные значения твердости чугуна с табличными значениями.

3. Вычислить абсолютную погрешность измерений.

4. Оформить отчет по форме.

**Содержание отчета**

1. Тема лабораторной работы, цель работы, оборудование и материалы, задание, схему опыта - внедрение алмазного наконечника в образец под различными значениями нагрузок.

2. Значения твердости для чугуна, полученные экспериментальным путем в сравнении с табличными данными.

3. Вывод и ответы на контрольные вопросы.

**Контрольные вопросы**

1. Что понимают под твердостью материала?

2. Какими методами можно измерить твердость материала?

3. Корреляция между твердостью материала и другими свойствами металлов. 4. Измерение твердости методом Роквелла и сравнение испытаний по Бриннелю и Роквеллу.

5. Какой сплав тверже сталь или чугун?

**Лабораторная работа № 3**

**Тема**: **Испытание на ударную вязкость**

**Цель работы:** приобрести навыкив определении ударной вязкости стали и чугуна на маятниковом копре.

Студент должен знать устройство и принцип работы лабораторного маятникового копра марки JB 300.Перед выполнением лабораторной работы студент должен ознакомиться с правилами техники безопасности при работе на копре.

**Оборудование и материалы:** маятниковый копер, образцы стали и чугуна, паспорт маятникового копра.

***Методические рекомендации***

***1. Краткие теоретические сведения:***

***Ударная вязкость (удельная ударная вязкость) -*** это отношение работы W, затраченной маятником на разрушение стандартного образца к площади его поперечного сечения A в месте излома:

**W/A** = ударная вязкость (Дж/кв.м.)

Очень часто детали в процессе работы испытывают действие не только плавно возрастающих нагрузок,но одновременно подвергаются и ударным (динамическим) нагрузкам. Поэтому необходимо знать, насколь­ко хорошо сопротивляется металл действию на него этих нагрузок.

Метод основан на разрушении образца с концентратором посередине одним ударом маятникового копра. Концы образца располагают на опорах.
В результате испытания определяют полную работу, затраченную при ударе (работу удара), или ударную вязкость по шкале прибора.

|  |  |
| --- | --- |
| http://edu.dvgups.ru/METDOC/ITS/EKON_S/MATERIALOV/METOD/STROITELEVA/frame/7.files/image036.gif  | *Рис. 1.* Схема положения образца при испытании на  ударную вязкость |

 В соответствии с ГОСТ 9454 – 98 предусмотрены испытания образцов с концентратором напряжений трёх видов: U – образным (радиус надреза r = 1мм); V – образным (r = 0,25мм) и Т – образным (трещина устало­сти, созданная в основании надреза). Соответственно ударную вязкость обозначают: KCU, КСТ, KCV.



*Рис. 2.* Расположение образца на опорах

Основным критерием ударной вязкости является KCU. Она состоит из двух составляющих: KCU = КС3 + КСР, где КС3 – работа зарождения трещины; КСр - работа распространения трещины. Ударная вязкость чувствительна к снижению температуры. Поэтому технологи используют понятие хладноломкости металла, суть которого заключается в разрушении материала под действием низкой температуры.

**2. *Пример выполнения задания***

*1.* Установить образец стали (чугуна) на экспериментальный стол согласно ***рисунку 1****.*

2. Включить копер с помощью пускового устройства.

3. В момент разрушения образца зафиксировать значение ударной вязкости на шкале прибора для стали и чугуна. Сравнить ударные вязкости стали и чугуна. Сделать вывод о физических свойствах стали и чугуна.

4. Записать результаты в отчет.

 **Ход работы**

1. Определить экспериментальным путем ударную вязкость стали и чугуна ( См. пример выполнения задания)

2. Сравнить полученные результаты , сделать вывод о свойствах стали и чугуна на основе значений ударной вязкости материалов.

3. Оформить отчет по соответствующей форме

**Задание**

**1.** Определить ударную вязкость чугуна и стали.

2. Сравнить значения ударной вязкости стали и чугуна.

3. Дать сравнительную характеристику ударной вязкости стали и чугуна.

4. Оформить отчет по форме.

**Содержание отчета**

1. Тема лабораторной работы, цель, оборудование и материалы, задание, *рис.* *1,2* . 2. Значения ударной вязкости для стали и чугуна , полученные экспериментальным путем в сравнении с табличными данными.

3. Вывод и ответы на контрольные вопросы

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.**

1. Определение ударной вязкости.

2. Какова цель определения ударной вязкости?

3. Влияет ли температура окружающей среды на значение ударной вязкости?

4. Что такое хладноломкость стали?

5. Какие образцы применяют при испытании металла на ударный изгиб?

**Лабораторная работа № 4**

**Тема: Ознакомление со структурой и свойствами стали и чугуна.**

**Цель работы:** приобрести навыки в изучении микроструктуры сталей и чугунов с помощью электронного микроскопа.

Студент должен знать основные структуры диаграммы "железо-цементит"

и принцип работы электронного микроскопа.

Перед выполнением работы ознакомиться с правилами техники безопасности.

 **Оборудование и материалы**: электронный микроскоп с программным обеспечением, образцы сталей и чугунов, альбом структур сплавов: стали и чугуна.

***Методические рекомендации***

***1. Краткие теоретические сведения:***

*Компоненты и фазы в сплавах железа с углеродом*

Железо - металл сероватого цвета. Температура плавления - 1539 °С. Железо имеет две полиморфные модификации α, γ и δ*.*Модификация α существует при температурах ниже 911 °С. Кристаллическая решетка α-железа - объемно центрированный куб (ОЦК) с периодом решетки 0,28606 нм. Плотность α-железа 7,68 Мг/м3 . Вторая модификация γ-железо (Feγ) существует при температуре 911 - 1392 °С. Кристаллическая решетка - гранецентрированная кубическая (ГЦК) с периодом 0,3645 нм. В интервале 1392 - 1539 °С существует δ-железо с кристаллической решеткой объемно центрированного куба (ОЦК) с периодом решетки 0,293 нм.

Углерод - неметаллический элемент II периода IV группы периодической системы, атомный номер 6, плотность 2,5 Мг/м3 , температура плавления 3500 °С, атомный радиус 0,077 нм. В обычных условиях углерод находится в виде модификации графита, но может существовать в виде алмаза.

В системе *железо - углерод*различают следующие фазы: жидкий расплав, твердые растворы – α-феррит, δ-феррит и аустенит, а также цементит и графит.

 

***2****.* ***Пример выполнения задания***

1**.** Подготовить исследуемые образцы металлов к исследованию. 2. Протереть поверхность образцов спиртом или другим очищающим раствором. 3. Поместить образцы на столик микроскопа и включить прибор. Настроить микроскоп на увеличение в 200 раз. Например, проанализировав изображения, мы определили, что образец сплава №1 относится к стали, находящейся в аустенитной фазе. Аустенит - это твердый раствор внедрения углерода в гамма-железо.

4. Сравнить полученные снимки с альбомными для данного вида стали (чугуна), сделать вывод о структуре (фазе) стали (чугуна). Например, проанализировав и сравнив изображения, полученные при исследовании с альбомными изображениями фаз сплавов , мы можем сделать вывод о том, что образец сплава №1 относится к стали, находящейся в аустенитной фазе. Аустенит - это твердый раствор внедрения углерода в гамма-железо. Аналогично произвести исследование и для других образцов сплавов.

5. Распечатать изображения на принтере и приложить к отчету*.*

**Ход работы.**

1. Подготовить исследуемые образцы металлов к исследованию. 2 Протереть поверхность образцов спиртом или другим очищающим раствором. 3. Поместить образцы на столик микроскопа. 4. Настроить микроскоп на увеличение 200 раз. Изображение поверхности сплава вывести на экран компьютера. Исследование провести с различными образцами сплавов стали и чугуна. 5. Оформить отчет по соответствующей форме.

**Задание**

1. Используя электронный микроскоп, изучить структуры выданных образцов стали и чугуна и сравнить их с альбомными изображениями.

**Содержание отчета**

1. Тема лабораторной работы, цель работы, оборудование и материалы, задание.

2. Зарисовки или распечатки изображений структур (фаз) сплавов с кратким описанием.

3. Вывод и ответы на контрольные вопросы.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Общая характеристика диаграммы "железо-цементит".

2. Принцип работы электронного микроскопа.

3. Покажите на диаграмме область сталей, область чугунов.

4. Влияние углерода на механические свойства стали и чугуна.

5. Дать определение аустенита, феррита, цементита, перлита.

**Лабораторная работа № 5**

**Тема: Ознакомление со структурой и свойствами цветных металлов.**

**Цель работы:** приобрести навыки в изучении микроструктуры цветных металлов, их свойств с помощью электронного микроскопа.

Студент должен знать устройство и принцип работы электронного микроскопа.

Перед выполнением лабораторной работы студент должен ознакомиться с правилами техники безопасности.

**Оборудование и материалы**: электронный микроскоп с программным обеспечением, образцы цветных металлов: свинца, алюминия, серебра, меди.

***1.Методические рекомендации***

***1.Краткие теоретические сведения:***

К цветным металлам относятся практически все металлы таблицы Менделеева, кроме железа и его сплавов.

***Таблица 1***. Плотность некоторых цветных металлов и сплавов (при 20°C):

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Металл | Плотность в т/м3 | Металл | Плотность в т/м3 |
| Алюминий | 2.6889 | Калий | 0.862 |
| Вольфрам | 19.35 | Кальций | 1.55 |
| Графит | 1.9 — 2.3 | Кобальт | 8.90 |
| Железо | 7.874 | Литий | 0.534 |
| Золото | 19.32 | Магний | 1.738 |
| Медь | 8.96 |  |  |

*2. Пример выполнения задания (смотри работу № 4)*

**Ход работы.**

1. Изучить с помощью микроскопа изображения поверхности образцов цветных металлов (см. работу №4)

3. Описать структуры сплавов.

4. Оформить отчет по соответствующей форме.

***Задание***

1. Используя электронный микроскоп, изучить структуры выданных образцов цветных металлов. 2. Описать физические, химические, механические и технологические свойства цветных металлов. 3. Вывести изображения на экран компьютера. 4. Распечатать полученные изображения.

**Содержание отчета**

1. Тема лабораторной работы, цель работы, оборудование и материалы, задание.

2. Зарисовки или распечатки изображений структур цветных металлов с кратким описанием свойств приведенных выше.

3. Вывод и ответы на контрольные вопросы.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Общая характеристика цветных металлов.

2. Назовите основные физические свойства алюминия и меди?

3. Назовите основные методы получения алюминия и меди.

4. В каких областях техники применяется серебро, свинец?

5. Принцип работы электронного микроскопа.

**Лабораторная работа № 6**

**Тема: Ознакомление со структурой и свойствами сплавов цветных металлов.**

**Цель работы:** приобрести навыки в изучении микроструктуры сплавов цветных металлов.

Студент должен знать устройство и принцип работы электронного микроскопа.

Перед выполнением лабораторной работы студент должен ознакомиться с правилами техники безопасности.

**Оборудование и материалы**: электронный микроскоп с программным обеспечением, образцы сплавов цветных металлов: латунь, бронза.

***Методические рекомендации***

***1. Краткие теоретические сведения:***

В металлургической промышленности существуют четкие критерии отличия одного сплава от другого. Совершенно иная история в быту, когда простой обыватель берется использовать какой-то металл или сплав, толком не разобравшись, что для чего применяется и чем отличается.

## *Определение бронзы и латуни*

***Бронза***— представляет собой сплав меди и олова, алюминия, кремния, свинца, бериллия и других элементов. Однако именно олово наиболее часто используется для получения качественной бронзы. Существуют, кроме того, сплавы, в которых используется цинк и/или никель. Они называются шпиатр и, по сути, являются дешевым аналогом бронзы. Само название сплава происходит от итальянского bronzo, а история происхождения этого термина уходит в персидское berenj, что означает — медь. В зависимости от наличия того или иного металла, бывают оловянные, алюминиевые, бериллиевые и кремниевые бронзы. По этому признаку бронзу можно разделить на две большие группы — оловянную и безоловянную. Некогда даже существовала мышьяковистая бронза, но она не получила распространения.

***Латунь***— это тоже сплав, но в качестве основного, так называемого легирующего элемента, здесь выступает цинк в связи с медью, в который иногда добавляется свинец, никель, марганец, олово, железо или другие элементы. Способы получения латуни были известны уже древним римлянам, они плавили медь с цинковой рудой. Цинк в чистом виде для получения латуни стал применяться только в 1781 году в Англии, а в девятнадцатом веке особый цвет этого металла позволил использовать его в качестве поддельного золота, и эта практика распространилась во многих странах. В настоящее время применяют этот сплав для получения биметалла сталь-латунь — это очень удобно и гарантирует устойчивость к ржавлению, истиранию, а кроме того, изделия получаются достаточно пластичными. Помимо промышленного значения, так называемый томпак (разновидность латуни) используется в изготовлении художественных изделий, фурнитуры и знаков отличия.

**2. *Пример выполнения задание* (смотри лабораторную работу № 5)**

**Ход работы.**

1. Изучить с помощью микроскопа выданные образцы сплавов цветных металлов.

3. Описать структуры сплавов, выявить отличительные особенности сплавов.

4. Оформить отчет по соответствующей форме.

**Задание**

1. Используя электронный микроскоп, изучить структуры выданных сплавов цветных металлов меди. 2. Определить структуру сплавов цветных металлов. 3. Вывести изображения на экран компьютера и сравнить сплавы: латунь и бронза. 4. Распечатать полученные изображения, изучить структуры сплавов цветных металлов, дать сравнительную характеристику латуни и бронзы.

**Содержание отчета**

1. Тема лабораторной работы, цель работы, оборудование и материалы, задание 2. Зарисовки или распечатки изображений сплавов цветных металлов с кратким описанием свойств латуни и бронзы. Сравнить образцы и дать сравнительную характеристику сплавов.

3. Вывод и ответы на контрольные вопросы.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Общая характеристика основных сплавов цветных металлов.

2. Что такое бронза, латунь?

3. В каких областях техники применяются данные сплавы?

4. Какие сплавы цветных металлов вы знаете?

5. Принцип работы электронного микроскопа.