

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



ТВЕРЖДАЮ  
Директор  
Махновский  
2020 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ  
ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

по учебной дисциплине  
**ОПЦ.05 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**  
для студентов специальности  
**13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и  
электромеханического оборудования (по отраслям)**

Магнитогорск, 2020

**ОДОБРЕНО**

Предметно-цикловой комиссией  
Монтаж и эксплуатация электрооборудования  
Председатель С.Б. Меняшева  
Протокол №7 от 17.02.2020 г.

Методической комиссией МпК  
Протокол №3 от 26.02.2020 г.

**Составитель (и):**

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» МпК - Лыгин Максим Михайлович

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины «Материаловедение». Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального(ых) модуля(ей) программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям) и овладению общими компетенциями.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	4
2 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ	6
3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	8
Практическое занятие 1	8
Практическое занятие 2	10
Практическое занятие 3	13
Практическое занятие 4	14
Практическое занятие 5	16
Практическое занятие 6	19
Практическое занятие 7	28
Практическое занятие 8	30
Лабораторное занятие 1	31
Лабораторное занятие 2	33
Лабораторное занятие 3	35

## 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

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

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

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Материаловедение» предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий. В рамках практического/лабораторного занятия обучающиеся могут выполнять одну или несколько практических/лабораторных работ.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

**уметь:**

У1 Определять характеристики материалов по справочникам;

У2 Выбирать материалы по их свойствам и условиям эксплуатации.

У3 Подбирать конструкционные материалы по их назначению и условиям эксплуатации.

У4 Выбирать электротехнические материалы на основе анализа их свойств для конкретного применения.

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

ПК 1.1. Выполнять наладку, регулировку и проверку электрического и электромеханического оборудования

ПК 1.2. Организовывать и выполнять техническое обслуживание и ремонт электрического и электромеханического оборудования;

ПК 1.3. Осуществлять диагностику и технический контроль при эксплуатации электрического и электромеханического оборудования;

ПК 2.1. Организовывать и выполнять работы по эксплуатации, обслуживанию и ремонту бытовой техники;

ПК 2.2. Осуществлять диагностику и контроль технического состояния бытовой техники;

ПК 2.3. Прогнозировать отказы, определять ресурсы, обнаруживать дефекты электробытовой техники

ПК 5.1. Проводить ремонт простых деталей и узлов электроаппаратов и электрических машин

ПК 5.2. Выполнять соединение деталей и узлов в соответствии с простыми электромонтажными схемами

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

ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие;

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами;

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

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности;

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках;

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

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

- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;

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

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ/ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Разделы/темы	Темы практических/лабораторных занятий	Количество часов	Требования ФГОС СПО (уметь)
<b>Раздел 1. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ</b>		<b>2</b>	
1.1 Основные характеристики электротехнических материалов	Практическое занятие № 1 Определение видов металлов по внешним признакам и макроструктуре	2	У1, У2, У3, У4, У01.1, У 01.4, У 01.11, У02.1, У02.4, У 02.7, У03.1, У04.2, У05.3 У09.1, У10.7
<b>Раздел 2. ПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ</b>		<b>6</b>	
2.1 Проводниковые материалы высокой проводимости	Практическое занятие № 2 Определение степени изменения объема металлов при нагревании	2	У1, У2, У3, У4, У01.1, У 01.4, У 01.11, У02.1, У02.4, У 02.7, У03.1, У04.2, У05.3 У09.1, У10.7
	Практическое занятие №3. Определение вида, химического состава и назначения стали по маркировке	2	У1, У2, У3, У4, У01.1, У 01.4, У 01.11, У02.1, У02.4, У 02.7, У03.1, У04.2, У05.3 У09.1, У10.7
2.5 Обмоточные и установочные провода. Монтажные провода и кабели.	Практическое занятие №4. конструкции и маркировки проводов и кабелей	2	У1, У2, У3, У4, У01.1, У 01.4, У 01.11, У02.1, У02.4, У 02.7, У03.1, У04.2, У05.3 У09.1, У10.7
<b>РАЗДЕЛ 3. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ</b>		<b>2</b>	
3.1 Свойства полупроводниковых материалов	Практическое занятие №5. Выбор марки припоя и определение его назначения и химического состава	2	У1, У2, У3, У4, У01.1, У 01.4, У 01.11, У02.1, У02.4, У 02.7, У03.1, У04.2, У05.3 У09.1, У10.7
<b>Раздел 4. ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ</b>		<b>10</b>	
4.2. Твёрдые диэлектрики	Лабораторная работа №1 Измерение диэлектрической проницаемости и угла диэлектрических потерь твёрдых диэлектриков.	4	У1, У2, У3, У4, У01.1, У 01.4, У 01.11, У02.1, У02.4, У 02.7, У03.1, У04.2, У05.3 У09.1, У10.7
	Лабораторная работа №2 Измерение зависимости угла диэлектрических потерь и диэлектрической проницаемости	4	У1, У2, У3, У4, У01.1, У 01.4, У 01.11, У02.1, У02.4, У 02.7,

	от температуры		У03.1, У04.2, У05.3 У09.1, У10.7
	Лабораторная работа №3 Измерение диэлектрической проницаемости и угла диэлектрических потерь активных диэлектриков	2	У1, У2, У3, У4, У01.1, У 01.4,У 01.11, У02.1, У02.4, У 02.7, У03.1, У04.2, У05.3 У09.1, У10.7
<b>Разделб. КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ</b>		<b>10</b>	
б.1 . Строение и свойства металлов и сплавов	Практическое занятие №6 Изучение технологического процесса получения сплавов черных металлов	2	У1, У2, У3, У4, У01.1, У 01.4,У 01.11, У02.1, У02.4, У 02.7, У03.1, У04.2, У05.3 У09.1, У10.7
	Практическое занятие №7 Определение удельного веса материалов	4	У1, У2, У3, У4, У01.1, У 01.4,У 01.11, У02.1, У02.4, У 02.7, У03.1, У04.2, У05.3 У09.1, У10.7
	Практическое занятие №8 Определение видов металлов по микроструктуре	4	У1, У2, У3, У4, У01.1, У 01.4,У 01.11, У02.1, У02.4, У 02.7, У03.1, У04.2, У05.3 У09.1, У10.7
<b>ИТОГО</b>		<b>30</b>	

### 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**Тема:** Основные характеристики электротехнических материалов

#### Практическое занятие № 1

Определение видов металлов по внешним признакам и макроструктуре

**Цель:** формирование умений определять виды металлов по их внешним признакам

**Выполнив работу, Вы будете уметь:** определять виды металлов и сплавов по макроструктуре;

**Материальное обеспечение:** образцы видов металлов; технические весы; разновесы; штангенциркуль; карандаши цветные; справочная таблица; формула.

**Задание:**

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

1. Рассмотрите предложенные образцы. Определите визуально вид металла по внешним признакам (вес, цвет, оттенки, степень блеска).
2. Цветными карандашами зарисуйте образцы металлов (сплавов).
3. Взвесьте образцы металлов на технических весах с точностью до 0,01 гр.
4. Определите объем образца с помощью штангенциркуля по формуле:  $V=ахbхh= (см^3)$ . Полученные данные занесите в таблицу
5. Определите расчетным путем удельный вес металла P1, разделив массу (в граммах) на объем (в  $см^3$ )
6. Сравните полученный результат с табличным значением P2 удельного веса определенного веса металлов (сплавов). Полученные данные занесите в таблицу 2.

#### Физические свойства основных металлов

Таблица 1

№ п/п	Название металлов	Символ	Удельный вес г/см <sup>3</sup>	Температура плавления С <sup>0</sup>	Коэффициент линейного расширения
1	Алюминий	Al	2,7	660	0,000024
2	Вольфрам	W	19,3	3200	0,000004
3	Железо	Fe	7,8	1530	0,000012
4	Кобальт	Co	8,9	1480	0,000012
5	Магний	Mg	1,7	651	0,000026
6	Марганец	Mn	7,5	1250	0,000023
7	Медь	Cu	8,9	1083	0,000017
8	Никель	Ni	8,9	1452	0,000014
9	Олово	Sn	7,3	232	0,000023



10	Свинец	Pb	11,3	327	0,000029
11	Сурьма	Sb	6,7	630	0,000010
12	Цинк	Zn	7,1	419	0,000032
13	Хром	Cr	6,9	1700	0,000008

Таблица 2

Вид металла (сплава)	Эскиз	Цвет (оттенки)	Объем, см <sup>3</sup>	Вес P1, кг	Погрешность определения удельного веса металлов P <sub>1</sub> -P <sub>2</sub>

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучите задание.
2. Определите визуально и подтвердите опытным путем (через определение удельного веса) вид металла, из которого изготовлен каждый образец.
3. Результаты оформите в виде таблицы.

**Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) таблицы по заданию;
- в) результаты расчетов;
- г) выводы по работе.

**Критерии оценки:**

**Оценка «отлично»** ставится в том случае, если студент:

- свободно применяет полученные знания при выполнении практических заданий;
- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий;
- в письменном отчете по работе правильно и аккуратно выполнены все записи;

**Оценка «хорошо»** ставится, если:

- выполнены требования к оценке «отлично», но допущены 2 – 3 недочета при выполнении практических заданий и студент может их исправить самостоятельно или при небольшой помощи преподавателя;
- в письменном отчете по работе делает незначительные ошибки;

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы;

- в ходе выполнения работы студент продемонстрировал слабые практические навыки, были допущены ошибки;
- студент умеет применять полученные знания при решении простых задач по готовому алгоритму;
- в письменном отчете по работе допущены ошибки;

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью и объем выполненной работы не позволяет сделать правильных выводов, у студента имеются лишь отдельные представления об изученном материале, большая часть материала не усвоена;
- в письменном отчете по работе допущены грубые ошибки, либо он вообще отсутствует;

**Тема:** Проводниковые материалы высокой проводимости

### **Практическое занятие № 2**

Определение степени изменения объема металлов при нагревании

**Цель:** формирование умений определения степени изменения объема металлов при нагревании.

**Выполнив работу, Вы будете уметь:** определять степень изменения объема металлов при нагревании.

**Материальное обеспечение:** образцы металлов, таблицы, формулы, ГОСТ.

**Задание:**

1. Изучите краткие теоретические сведения для выполнения работы.
2. Используя данные таблицы 3, определите длину металлического стержня при нагреве на температуру по формуле:  $L = L_0 (1 + \alpha t)$   
где  $\alpha$  — коэффициент линейного расширения,  $L_0$  — длина образца до нагрева  $t$ .
3. Рассчитайте первоначальный объем стержня круглого сечения диаметром 2 мм до нагревания и объем стержня после нагрева.
4. Определите степень изменения первоначального объема металла при изменении температуры на  $25\text{ C}^0$ ;  $30\text{ C}^0$ ;  $45\text{ C}^0$ , используя данные таблицы 2
5. Результаты расчетов занесите в таблицу 3.
6. Сформулируйте и запишите вывод о том, какие факторы определяют степень изменения линейных размеров и объема материалов при нагревании.

Таблица 3

№ Наименование металла	Длина металлического стержня до нагревания, м	Объем V, мм <sup>3</sup>	Коэффициент линейного расширения	Длина металла после нагрева на температуру, С			Объем стержня после нагревания, мм <sup>3</sup>			Степень увеличения объема материала, мм
				25	30	45	25	30	45	
1. Сталь 20	2,8		0,00009							
2. Алю- миний	15		0,000024							
3. Желез/б	2,3		0,000012							
4. Медь	5,6		0,000017							
5. Свинец	8,0		0,000029							
6. Олово	6,4		0,000023							

### Краткие теоретические сведения:

Согласно молекулярно-кинетической теории, изменение объема тел при изменении температуры объясняется следующим образом. При нагревании тела увеличивается скорость движения его частичек (атомов, ионов, молекул), столкновение и действие их друг на друга становятся более сильными. В результате увеличиваются междумолекулярные промежутки. Это проявляется увеличением объема тела.

При охлаждении тела скорость движения частиц уменьшается, энергия их также уменьшается, а силы сцепления увеличиваются. Частицы в теле сближаются и объем его становится меньше.

Величина изменения объема тела зависит от его размеров, природы вещества, из которого состоит тело, и изменения температуры тела.

Увеличение объема и длины различных тел определяется коэффициентом объемного и линейного расширения.

*Коэффициентом линейного расширения* называется отношение конечной длины тела к первоначальной длине, выраженное в процентах, при нагревании на 1°. Коэффициент линейного расширения определяют следующим образом: измеряют первоначальную длину тела, а затем длину после нагревания на 1°, конечную величину делят на начальную величину.

*Коэффициент объемного расширения* определяется отношением конечного объема тела, нагретого на 1°, к первоначальному объему. Коэффициент объемного расширения равен утроенному коэффициенту линейного расширения.

Величина линейного и объемного расширения выражается в процентах. Коэффициент линейного и объемного расширения, а следовательно, и усадка для материалов и металлов есть величина постоянная.

Различные материалы и металлы имеют различный коэффициент расширения. Например, коэффициент линейного расширения золота равен 0,0000144, платины — 0,0000087, железа — 0,000012.

Степень увеличения или уменьшения первоначального размера металла при изменении температуры на один градус характеризуется коэффициентом линейного расширения.

Таким образом, длина детали после нагрева на температуру  $t^{\circ}\text{C}$  составит:

$$L = L_0 (1 + at)$$

где  $a$  — коэффициент линейного расширения,  $L_0$  — длина образца до нагрева.

Материалы, имеющие большой коэффициент расширения, применяются в приборостроении для деталей автоматически действующих механизмов. При определенной температуре такие детали, удлиняясь, могут включать либо размыкать электрическую цепь.

Минимальный коэффициент линейного расширения имеет сплав Fe — Ni, называемый инваром. Его коэффициент расширения в 8 раз меньше железа.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить теоретический материал по теме.
2. Произвести расчёты согласно заданию.
3. Результаты оформите в виде таблицы.

#### **Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) результаты расчетов;
- в) выводы по работе.

#### **Критерии оценки:**

**Оценка «отлично»** ставится в том случае, если студент:

- свободно применяет полученные знания при выполнении практических заданий;
- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий;
- в письменном отчете по работе правильно и аккуратно выполнены все записи;

**Оценка «хорошо»** ставится, если:

- выполнены требования к оценке «отлично», но допущены 2 – 3 недочета при выполнении практических заданий и студент может их исправить самостоятельно или при небольшой помощи преподавателя;
- в письменном отчете по работе делает незначительные ошибки;

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы;
- в ходе выполнения работы студент продемонстрировал слабые практические навыки, были допущены ошибки;
- студент умеет применять полученные знания при решении простых задач по готовому алгоритму;
- в письменном отчете по работе допущены ошибки;

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью и объем выполненной работы не позволяет сделать правильных выводов, у студента имеются лишь отдельные представления об изученном материале, большая часть материала не усвоена;
- в письменном отчете по работе допущены грубые ошибки, либо он вообще отсутствует;

**Тема:** Проводниковые материалы высокой проводимости

### **Практическое занятие № 3**

Определение вида, химического состава и назначения стали по маркировке

**Цель:** формирование умений маркировки металлов и сплавов

**Выполнив работу, Вы будете уметь:** - выбирать материалы на основе анализа их свойств для конкретного применения;  
-выбирать способы соединения материалов;  
-обрабатывать детали из основных материалов.  
-маркировать металлы и сплавы

**Материальное обеспечение:** Конспект лекций, образцы металлов и сплавов, таблицы с обозначениями металлов

**Задание:** Определить виды металлов по заданной маркировке.

**Порядок выполнения работы:**

1. Определите виды металлов по заданной маркировке
2. Обозначьте заданные легирующие элементы
3. Запишите названия сталей по заданным маркировкам
4. Запишите марки сталей.

**Ход работы:**

1. Определите виды металлов по заданной маркировке

Ст0 –

Ст2 -

Ст4 -

БСт4 -

0,8КП -

25 -

А30 –

У12 -

У13А -

2. Обозначьте заданные легирующие элементы

1. хром -

5. Фосфор -

2. вольфрам -

6. Кремний -

3. марганец -

7. Алюминий -

4. медь -

8. Ванадий -

3. Запишите названия сталей по заданным маркировкам

18Х2Н4ВА - ;

40ХНМА - ;

9Х - ;

Г13 -  
14ХГСН -  
РК10 -  
ЕХ2 -  
Х12ЮС -

4. Запишите примеры следующих марок сталей

1. Инструментальная –
2. Автоматная –
3. Высококачественная –
4. Строительная –
5. Мартеновская, содержащая 0,74% углерода –
6. Жесть разного назначения, кроме тары для пищевых продуктов электротехнического лужения –

#### **Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) запись всех марок стали;
- в) выводы по работе.

#### **Критерии оценки:**

**Оценка «отлично»** ставится в том случае, если студент:

- свободно применяет полученные знания при выполнении практических заданий;
- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий;
- в письменном отчете по работе правильно и аккуратно выполнены все записи;

**Оценка «хорошо»** ставится, если:

- выполнены требования к оценке «отлично», но допущены 2 – 3 недочета при выполнении практических заданий и студент может их исправить самостоятельно или при небольшой помощи преподавателя;
- в письменном отчете по работе делает незначительные ошибки;

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы;
- в ходе выполнения работы студент продемонстрировал слабые практические навыки, были допущены ошибки;
- студент умеет применять полученные знания при решении простых задач по готовому алгоритму;
- в письменном отчете по работе допущены ошибки;

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью и объем выполненной работы не позволяет сделать правильных выводов, у студента имеются лишь отдельные представления об изученном материале, большая часть материала не усвоена;
- в письменном отчете по работе допущены грубые ошибки, либо он вообще отсутствует;

**Тема:** Обмоточные и установочные провода. Монтажные провода и кабели.

### **Практическое занятие № 4** Конструкции и маркировки проводов и кабелей

**Цель:** формирование умений определять конструкцию, назначение и маркировку проводниковых изделий (проводов и кабелей).

**Выполнив работу, Вы будете уметь:** - определять характеристику и область применения проводов и кабелей по их маркировке.

**Материальное обеспечение:** раздаточный материал; образцы кабелей и проводов

**Задание:** Согласно номеру своего варианта расшифровать маркировку проводов и кабелей, указать область их применения и зарисовать конструкцию.

1. Изучите образцы проводов и кабелей согласно номеру варианта.
2. Выполните эскиз образцов в таблице 4, форма которой приведена ниже.
3. Выпишите маркировки, соответствующие своему варианту.
4. Дайте характеристику проводниковых изделий, согласно их маркировке.
5. Расшифруйте маркировку.
6. Ответьте на контрольные вопросы:
  - a) какими механическими свойствами должны обладать проводниковые изделия?
  - b) для каких целей применяются кабели?
  - c) почему монтажные провода выпускают с лужеными медными жилами?
  - d) запишите марку алюминиевого провода с резиновой изоляцией.

Таблица 4

Вариант №...			
№п/п	Эскиз образца провода (кабеля)	Марка	Область применения
1			
2			
3			

**Порядок выполнения работы:**

1. Определите номер своего варианта по таблице.
2. Выполните задания.
3. Оформите результаты в форме таблицы в тетради.

**Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

- a) наименование работы и цель работы;
- b) результаты расчетов;
- v) выводы по работе.

**Критерии оценки:**

**Оценка «отлично»** ставится в том случае, если студент:

- свободно применяет полученные знания при выполнении практических заданий;
- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий;
- в письменном отчете по работе правильно и аккуратно выполнены все записи;

**Оценка «хорошо»** ставится, если:

- выполнены требования к оценке «отлично», но допущены 2 – 3 недочета при выполнении практических заданий и студент может их исправить самостоятельно или при небольшой помощи преподавателя;
- в письменном отчете по работе делает незначительные ошибки;

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы;
- в ходе выполнения работы студент продемонстрировал слабые практические навыки, были допущены ошибки;
- студент умеет применять полученные знания при решении простых задач по готовому алгоритму;
- в письменном отчете по работе допущены ошибки;

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью и объем выполненной работы не позволяет сделать правильных выводов, у студента имеются лишь отдельные представления об изученном материале, большая часть материала не усвоена;
- в письменном отчете по работе допущены грубые ошибки, либо он вообще отсутствует;

**Тема:** Свойства полупроводниковых материалов

### **Практическое занятие № 5**

Выбор марки припоя и определение его назначения и химического состава

**Цель:** получить практические навыки по выбору, определению назначения и химического состава припоя.

**Выполнив работу, Вы будете уметь:** - определять химический состав припоя по его марке;  
-выбирать марку припоя в зависимости от требований к пайке деталей.

**Материальное обеспечение:** справочные таблицы.

**Задание:**

1. Определите химический состав и назначение припоя по его марке.
2. Выберите марку припоя, необходимого для пайки деталей.

**Краткие теоретические сведения:**

Пайка является одним из важных технологических процессов в практике выполнения электромонтажных и радиомонтажных работ, при ремонте электрооборудования и эксплуатации электроустановок для соединения между собой деталей из однородных и разнородных металлов.

Качество монтажа во многом определяется правильным выбором необходимых припоев и флюсов, применяемых при пайке проводов, радиодеталей и т. д.

Припой - это сплав металлов, предназначенный для соединения деталей и узлов методом пайки. Припой должен обладать хорошей текучестью в расплавленном состоянии, хорошо смачивать поверхности соединяемых материалов и иметь требуемые характеристики в твердом состоянии (механическая прочность, стойкость к воздействию внешней среды, усадочные напряжения, коэффициент теплового расширения и т.п.).

Выбор припоя зависит от соединяемых металлов или сплавов, от способа пайки, температурных ограничений, размеров деталей, требуемой механической прочности, коррозионной стойкости и др.

Легкоплавкие (мягкие) припои.



Наиболее широко применяются легкоплавкие припои. К этой категории относятся припои с температурой плавления до 400°C, имеющие сравнительно невысокую механическую прочность (сопротивление разрыву до 7 кг/мм<sup>2</sup>).

В состав их входят олово и свинец в различных пропорциях.

Буквы ПОС в марке припоя означают припой оловянно-свинцовый, цифры - содержание олова в процентах (ПОС 61, ПОС 40)

При выборе типа припоя необходимо учитывать его особенности и применять в зависимости от назначения спаиваемых деталей. При пайке деталей, не допускающих перегрева, используются припои, имеющие низкую температуру плавления (таблица 5).

### Легкоплавкие припои

Таблица 5

Марка припоя	Температура	Область применения
ПОС 90	222 °С	Пайка деталей и узлов, подвергающихся в дальнейшем гальванической обработке (серебрение, золочение)
ПОС 61	190 °С	Лужение и пайка тонких спиральных пружин в измерительных приборах и других ответственных деталей из стали, меди, латуни, бронзы, когда не допустим или нежелателен высокий нагрев в зоне пайки. Пайка тонких (диаметром 0,05 - 0,08 мм) обмоточных проводов, в том числе высоко - частотных (лицендрата), выводов обмоток, радиоэлементов и микросхем, монтажных проводов в полихлорвиниловой изоляции, а также пайка в тех случаях, когда требуется повышенная механическая прочность и электропроводность.
ПОС 50	222 °С	То же, но когда допускается более высокий нагрев, чем при ПОС 61
ПОС 40	235 °С	Лужение и пайка токопроводящих деталей неответственного назначения, наконечников, соединение проводов с лепестками, когда допускается более высокий нагрев, чем при ПОС 50 или ПОС 61.
ПОС 30	256 °С	Лужение и пайка механических деталей неответственного назначения из меди и её сплавов, стали и железа.
ПОС 18	277 °С	Лужение и пайка при пониженных требованиях к прочности шва, деталей неответственного назначения из меди и её сплавов, оцинкованного железа.
ПОССу 4 - 6	265 °С	Лужение и пайка деталей из меди и железа погружением в ванну с расплавленным припоем.
ПОСК 50	145 °С	Пайка деталей из меди и её сплавов, не допускающих местного перегрева. Пайка полупроводниковых приборов.
ПОСВ 33	130 °С	Пайка плавких предохранителей.
ПОСК 47 - 17	180 °С	Пайка проводов и выводов элементов к слою серебра, нанесённого на керамику методом вжигания.
П 200	200 °С	Пайка тонкостенных деталей из алюминия и его сплавов.
П 250	280 °С	
Сплав Вуда	70	Пайка, когда требуется особо низкая температура плавления припоя. В качестве добавки для понижения температуры плавления любого припоя при отпайке микросхем и т.п.

Для припоев, богатых висмутом (например, сплав Вуда), характерно увеличение объема при переходе из жидкого состояния в твердое, а также при охлаждении после затвердевания. Это обеспечивает отсутствие течей, поэтому данные припои используют при изготовлении емкостей для жидкостей. Припои с висмутом плохо смачивают стали, их используют для пайки меди.

**Твердые припои**

Твердые припои создают высокую прочность шва. В электро- и радиомонтажных работах они используются значительно реже, чем мягкие припои. В таблице 6 приведены составы некоторых медно-цинковых припоев.

### Медно-цинковые припои

Таблица 6

Марка	Содержание меди, %	Содержание цинка, %
ПМЦ-42	40-45	остальное
Г1ПМЦ-47	45-49	
ПМЦ-53	49-53	

Эти припои применяются для пайки бронзы, латуни, стали и других металлов, имеющих высокую температуру плавления. Припой ПМЦ-42 применяется при пайке латуни с содержанием 60—68% меди. Припой ПМЦ-52 применяется при пайке меди и бронзы. Температура плавления припоя должна быть меньше температуры плавления припаиваемого металла. Кроме указанных медно-цинковых припоев, находят применение и серебряные припои. Составы последних приведены в следующей таблице 7.

### Серебряные припои

Таблица 7

Марка	Содержание серебра, %	Содержание меди, %	Содержание цинка, %
ПСР-10	9,7—10,3	52-54	остальное
ПСР-12	11,7-12,3	35-37	
ПСР-25	24,7-25,3	39-41	
ПСР-45	44,5-45,5	20,5 –30,5	
ПСР-65	64,5-65,5	19,5 —20,5	
ПСР-70	69,5-70,5	25,5— 26,5	

Серебряные припои обладают большой прочностью, спаянные ими швы хорошо изгибаются и легко обрабатываются. Припои ПСР-10 и ПСР-12 применяются для пайки латуни, содержащей не менее 58% меди, припои ПСР-25 и ПСР-45 — для пайки меди, бронзы и латуни, припой ПСР-70 с наиболее высоким содержанием серебра — для пайки волноводов, объемных контуров и т. п.

### Порядок выполнения работы:

1. Используя краткие теоретические сведения, определите вид (легкоплавкий или твердый), химический состав и назначение припоев:

- a) ПСР-25;
- b) ПМЦ-42;
- c) П-250;
- d) ПОС-40

е) ПОСВ-33.

2. Укажите вид и марку припоя, необходимого для:

1) пайки меди и бронзы;

2) пайки деталей, при которой требуется большая прочность, гибкость и легкая обрабатываемость шва; температура плавления припаяваемого металла 740°C;

3) пайки деталей, при которой требуется высокая прочность шва; температура плавления припаяваемого металла 870°C;

4) пайка микросхем, когда требуется особо низкая температура плавления припоя.

3. Какие припои нельзя использовать при контакте их с пищей, человеком? Обоснуйте ответ.

4. Перечислите требования к припою.

### **Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

а) наименование работы и цель работы;

б) выполненная работа в тетради;

в) выводы по работе.

### **Критерии оценки:**

**Оценка «отлично»** ставится в том случае, если студент:

- свободно применяет полученные знания при выполнении практических заданий;

- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий;

- в письменном отчете по работе правильно и аккуратно выполнены все записи;

**Оценка «хорошо»** ставится, если:

- выполнены требования к оценке «отлично», но допущены 2 – 3 недочета при выполнении практических заданий и студент может их исправить самостоятельно или при небольшой помощи преподавателя;

- в письменном отчете по работе делает незначительные ошибки;

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы;

- в ходе выполнения работы студент продемонстрировал слабые практические навыки, были допущены ошибки;

- студент умеет применять полученные знания при решении простых задач по готовому алгоритму;

- в письменном отчете по работе допущены ошибки;

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью и объем выполненной работы не позволяет сделать правильных выводов, у студента имеются лишь отдельные представления об изученном материале, большая часть материала не усвоена;

- в письменном отчете по работе допущены грубые ошибки, либо он вообще отсутствует;

**Тема:** Твёрдые диэлектрики

### **Практическое занятие № 6**

Изучение технологического процесса получения сплавов черных металлов

**Цель:** изучить устройство и принцип работы доменной печи, изучить технологический процесс производства чугуна, изучить устройство и принцип работы кислородного конвертера и технологический процесс выплавки стали.

**Выполнив работу, Вы будете уметь:** определять устройство и принцип действия доменной печи, технологический процесс производства чугуна.

**Материальное обеспечение:** конспект лекций.

**Задание:** Изучите краткие теоретические сведения. Ответьте на вопросы.

**Краткие теоретические сведения:**

#### *Производство чугуна*

К исходным материалам для выплавки чугуна относят железные руды, топливо и флюсы.

1. Железные руды.

*Рудами* называют горные породы, которые технически перерабатывают для получения содержащихся в них металлов.

К видам железных руд относят:

– *магнитный железняк (магнетит)* – руда черного цвета, содержит железо в виде  $Fe_3O_4$ ; содержание железа в руде достигает 60–65 %; это наиболее богатая руда, обладает магнитными свойствами, трудно восстанавливается, плотна;

– *красный железняк (гематит)* – содержит железо в виде  $Fe_2O_3$  – безводной окиси железа; содержание железа от 45 % до 66 %; цвет от ярко– до темно–красного;

– *бурый железняк (лимонит)* – содержит железо в форме вредных окислов типа  $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ ; содержание железа – 25–50 %; цвет от коричнево–желтого до темно–бурого.

– *шпатовый железняк* – содержит железо в виде соли  $FeCO_3$ , эту руду называют сидеритом; цвета светло–серого и желтовато–белого; она бедна железом (Fe до 30 %).

2. *Топливо* – важнейший материал для выплавки чугуна: каменно–угольный кокс. Его получают из угля. Одна тонна угля содержит 700 кг кокса и 300 м<sup>3</sup> горючего газа, для уменьшения его расхода вдувают природный газ, мазут, угольную пыль.

3. *Флюсы* служат для удаления пустой породы и увода золы кокса в шлак, в доменной плавке главным образом это известняк, а иногда доломит

#### *Подготовка руд к доменной плавке*

*Обогащение руд* – это предварительная обработка руды, не изменяющая химического состава основных минералов, т.е. из руды отделяется часть пустой породы, а оставшаяся часть называется *концентратом*. Отделенную от руды пустую породу называют *хвостами*.

Способы обогащения:

1. Дробление – измельчение кусковой руды.

2. Промывка – применяется для обогащения руд, содержащих песчано–глинистые породы, при промывке вода уносит легкие частицы пустой породы.

3. Обжиг руды – производится для удаления влаги, углекислоты и частичного выжигания серы, в результате чего руда очищается и обогащается соединениями железа.

4. Флотация – избирательное прилипание некоторых минеральных частиц, взвешенных в водной среде, к поверхности пузырьков воздуха, с помощью которых эти минеральные частицы поднимаются на поверхность.

5. Агломерация (спекание) – производят для окускования мелкой и порошкообразной руды; для спекания эти вещества смешивают с измельченным топливом и добавляют измельченный известняк.

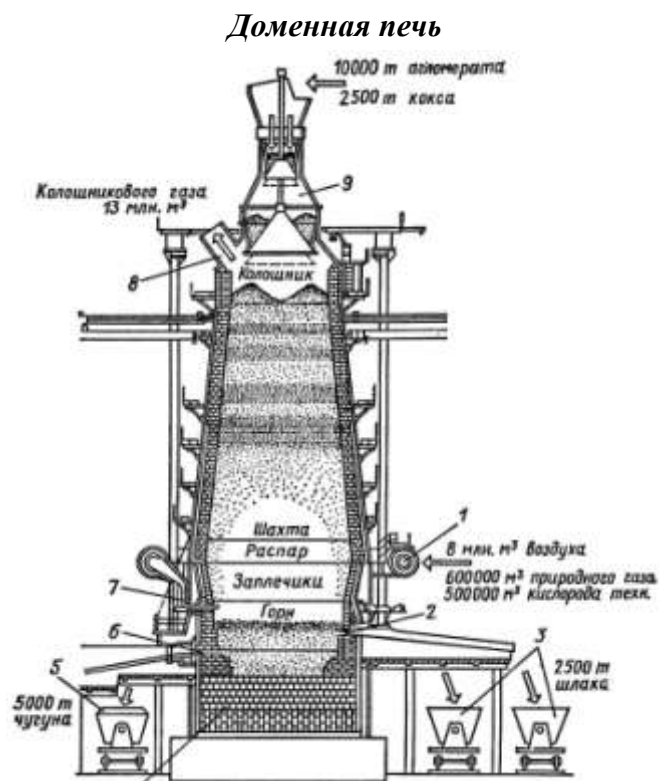


Рис.1. Схема доменной печи объемом  $2700 \text{ м}^3$  и ее примерный суточный баланс: 1 – воздухопровод дутья; 2 – шлаковая летка; 3 – шлаковоз; 4 – лешадь; 5 – чугуновоз; 6 – летка для чугуна; 7 – фурменный прибор; 8 – газоходы; 9 – засыпное устройство

Производство чугуна осуществляется в доменных печах (рис. 1). Полезный объем –  $1300\text{--}2300 \text{ м}^3$ , объем, занятый загруженными в них материалами.

Доменная печь имеет высоту примерно 30 м. Она предназначена для выплавки в сутки до 2000 т чугуна.

Доменная печь работает нормально, если она загружена кусковым материалом оптимального размера.

Сущность доменной плавки сводится к отдельной загрузке в верхнюю часть печи, называемую *колошником*, агломерата, кокса, флюсов, располагающихся в шахте печи слоями.

При нагреве шихты за счет горения кокса, обеспечиваемого вдуваемым в горн горячим воздухом, в печи идут сложные физико–химические процессы, и шихта постепенно опускается навстречу поднимающимся горячим газам. В результате взаимодействия компонентов шихты и газов в нижней части печи, называемой *горном*, образуются два жидких несмешивающихся слоя – чугун и шлак.

Два наклонных подъемника с опрокидывающимися скипами вместимостью до 17 м<sup>3</sup> доставляют агломерат, кокс и другие добавки. На  $h = 50$  м к засыпному устройству доменной печи, состоящему из 2–х поочередно опускающихся конусов. В верхней части горна расположены фурменные отверстия, через которые в печь под давление подается обогащенный кислородом воздух при температуре 900<sup>0</sup>–1200<sup>0</sup> С.

Жидкий чугун выпускают каждые два часа. Выливающийся из печи чугун выносит с собой и шлак, находящийся над ним в печи. Чугун направляется по желобам литейного двора в чугуновозные ковши, расположенные на железнодорожных платформах. Шлак, выливающийся с чугуном, предварительно отделяют от чугуна в желобах и направляют в шлаковозы.

### *Производство стали*

Сталь получается из чугуна. Основное отличие стали от чугуна по составу в том, что сталь содержит меньше углерода и вредных примесей (серы и фосфора). Следовательно, для получения стали из чугуна нужно удалить часть углерода и вредных примесей. Сталеплавильный процесс является окислительным процессом, так как сталь получается в результате окисления и удаления большей части примеси чугуна – углерода, кремния, марганца и фосфора. Отличительной особенностью сталеплавильных процессов является наличие окислительной атмосферы. Окисление примесей чугуна и других шихтовых материалов осуществляется кислородом, содержащимся в газах, оксидах железа и марганца. После окисления примесей, из металлического сплава удаляют растворенный в нем кислород, вводят легирующие элементы и получают сталь заданного химического состава.

Сталь производится тремя способами: конвертерным, мартеновским и электрическим.

#### 1. Мартеновский способ производства стали

Исходным продуктом для мартеновской плавки является металлический лом (скрап), белый чугун, железная руда, флюсы (известняк).

Топливом для мартеновской плавки служит смесь доменного и коксовального газов или природный газ.

Принцип работы печи основан на регенерации тепла, обеспечивающей высокую температуру печи. Важнейшей частью мартеновской печи является ее рабочее

пространство А (рис. 1). Сверху рабочее пространство ограничено сводом 1, снизу – подом 2, задней и передней стенками, а с боковых сторон – головками 3. В передней стенке имеются завалочные отверстия 4. Их бывает от 3–х до 7.

Через завалочные окна производят загрузку печи, взятие проб, наблюдение за процессом, наварку (исправление) пода. В задней стенке внизу имеется отверстие для выпуска металла и шлака.

В головках печи 3 находятся каналы 5 и 6, через которые в печь поступает газ и воздух, и отходят продукты горения. В нижней части головки соединяются с регенераторами 7 и 8, установленными попарно с обеих сторон печи (их четыре). Регенераторы представляют собой камеры, выложенные огнеупорным кирпичом. Внутри регенераторов имеется огнеупорная насадка с вертикальными каналами. В нижней части регенераторы сообщаются с каналами 9 и 10, по которым поступает воздух и газ, и отходят продукты горения. Для регулирования направления движения газа и воздуха в печь, а продуктов горения к дымовой трубе в каналах имеются перекидные клапаны 11.

Процесс плавки длится 5–8 часов. Емкость мартеновских печей от 30 до 500 т. Длина печи – 28 м, ширина – 8 м, высота – 3–5 м.

Преимущества мартеновского способа:

1. В мартеновской печи можно перерабатывать металлические отходы и чугуны любого качества.
2. Мощность мартенов позволяет получать сразу большое количество однородного металла.
3. Возможность контроля качества плавки (пробы).
4. Получение стали по точно задуманному анализу.
5. Плавка любых сталей.

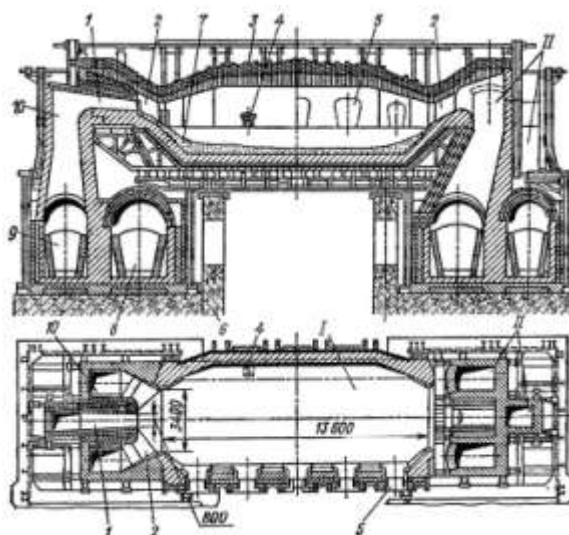


Рис. 2. Мартеновская печь:

I – рабочее пространство печи; II – головки с вертикалями; 1 – газовый канал головки; 2 – воздушный канал; 3 – свод печи; 4 – летка; 5 – загрузочные окна; 6 – бетонные опоры; 7 – откос пода; 8 – шлаковики воздушного регенератора; 9 – шлаковики газового регенератора; 10 – вертикальные каналы

Сталь мартеновская – плотная, по качеству превосходящая конвертерную.

Недостатки:

1. В мартеновской печи всегда находится большое количество газов.
2. Часть газов растворяется в стали, что вызывает пузырчатость.
3. Невозможность наиболее полного удаления серы и фосфора.

## 2. Получение стали в электрических печах

Получение стали в электрических печах основано на плавлении шихты при использовании электрической энергии. Отсутствие окислительного пламени и доступа воздуха в электрические печи позволяет лучше управлять процессом плавки и получать высококачественную сталь точно заданного состава.

Этот способ применяют для выплавки высококачественных углеродистых и легированных сталей, сплавов на основе никеля и кобальта, для плавки которых требуется высокая температура.

Электроплавка производится в дуговых и индукционных электропечах. Наибольшее применение получили дуговые электропечи. (рис. 2). Дуговые печи бывают различной емкости (до 250 т) и с трансформаторами мощностью до 125 тысяч киловатт.

Они бывают различной конструкции в зависимости от расположения электродов: в одних печах дуга образуется между электродами, в других между электродом и металлической ванной. Электроды могут располагаться вертикально и горизонтально. Наибольшее применение получили электропечи с вертикальным расположением электродов. Дуговая печь одета стальным кожухом и выложена огнеупорным кирпичом. Сверху свод 2, снизу – под 8.

Дуга представляет собой поток электронов, ионизированных газов и паров металла и шлака. Температура электрической дуги превышает  $3000^{\circ}\text{C}$



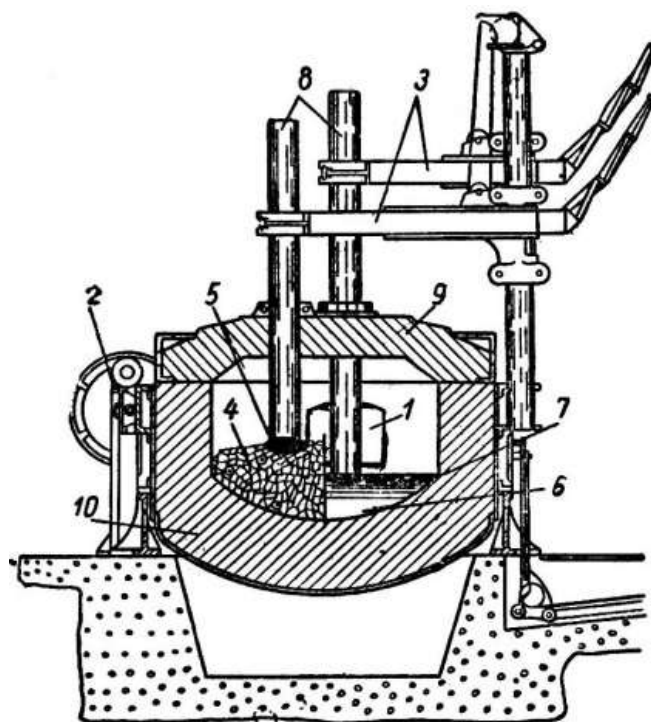


Рис. 3. Трехфазная электродуговая печь:

- 1 – загрузочное окно; 2 – реечный механизм с электродвигателем для поворота печи; 3 – электродержатели с механизмом для подъема и опускания; 4 – твердая шихта; 5 – кусок кокса; 6 – расплавленный металл; 7 – расплавленный шлак; 8 – электроды;

Свод печи – съемный. Через него пропущены электроды 1

(3 электрода → 3-х фазный электрический ток). Электроды имеют вертикальное перемещение. Они угольные или графитовые  $\varnothing 200\text{--}300$  мм. В передней стенке печи находится завалочное окно 4, которое служит для завалки шихты (через дверцу 3) и для наблюдения за ходом плавки. Для выпуска металла в задней стенке имеется отверстие 6 с желобом 5. Для наклона печи служит механизм 7.

Исходными продуктами для получения стали в электрических печах является металлический лом, чугун, железная руда, флюсы. Флюсом служит известняк.

После загрузки печи к электродам подводят ток. Горение дуги происходит при температуре  $3500^{\circ}\text{C}$ .

### 3. Конвертерный способ производства стали

Кислородно-конвертерный процесс представляет собой один из видов передела жидкого чугуна в сталь без затраты топлива путем продувки чугуна в конвертере технически чистым кислородом, подаваемым через фурму, которая вводится в металл сверху. Количество воздуха необходимого для переработки 1 т чугуна, составляет 350 кубометров.

*Конвертером* называют большую стальную реторту (сосуд), футерованную (выложенную) внутри огнеупором. Вместимость конвертеров достигает 250–400 т. Конвертер имеет цилиндрическую часть (стальную), объемное, легко заменяемое днище и конусообразную горловину.

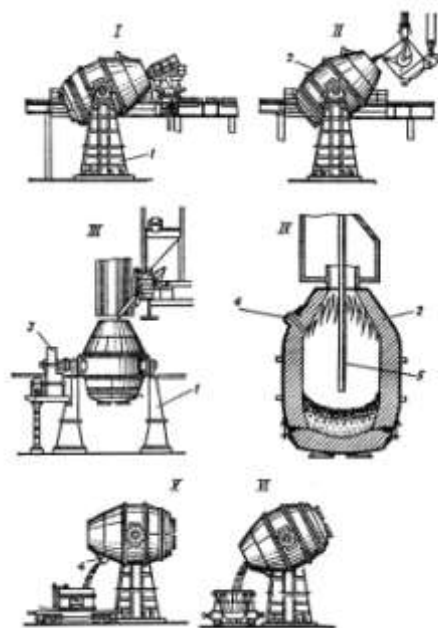


Рис 4. Получение стали в кислородном конвертере:

I – завалка лома 3 мин.; II – заливка чугуна 5 мин.; III – загрузка извести 1 мин.; IV – продувка (первый период – 16 мин., второй – 8 мин.); V – выпуск стали 5 мин.; VI – слив шлака (после первой продувки – 8 мин., после выпуска стали – 3 мин.); 1 – опорная станина; 2 – корпус конвертера; 3 – механизм поворота конвертера; 4 – выпускное отверстие для стали; 5 – водоохлаждаемая фурма для кислорода

На рис. 4 показан технологический процесс получения стали конвертерным способом. Преимущества способа: высокая производительность и отсутствие потребности в топливе. Недостатком является ограниченность марок чугунов, которые могут перерабатываться этим способом (не удастся удалить из металла серу и фосфор).

Получение стали в кислородном конвертере состоит из следующих этапов (рис. 1):

I. завалка лома – 3 мин;

II. заливка чугуна – 5 мин;

III. загрузка извести – 1 мин;

IV. продувка (первый период – 16 мин, второй – 8 мин);

V. выпуск стали – 5 мин;

VI. слив шлака (после первой продувки – 8 мин, второй – 3 мин). После того как металл займет 1/5 объема конвертера, загружают известь, необходимую для связывания фосфора, в конвертер опускают водоохлаждаемую фурму и подают в нее технический кислород. В конвертере начинается интенсивный процесс окисления металла кислородом.

Затем фурму поднимают, конвертер наклоняют, берут контрольную пробу металла, термопарой погружения измеряют его температуру; после чего сталь выпускают через боковую летку в разливочный ковш; после слива металла скачивают оставшийся шлак и заделывают выпускное окно. Цикл плавки 50–60 мин (продувка кислорода 18–30 мин).

#### Порядок выполнения работы:

1. Изучите краткие теоретические сведения.

2. Зарисуйте схематично устройство доменной печи, укажите названия составных элементов.
3. Заполните таблицу 8.

Таблица 8

Исходные материалы для производства чугуна	Виды исходных материалов	Назначение материала
1.		
2.		
3.		

4. Перечислите способы обогащения руд.
5. Продолжите схему технологического процесса доменной плавки

*Схема технологического процесса доменной плавки*

**Загрузка послойно в колошник печи  
агломерата, кокса, флюсов**

6. Перечислите способы получения стали.
7. Заполните таблицу 9.

Таблица 9

Способ производства стали	Исходные материалы	Достоинства	Недостатки
Мартеновским способом			
В электропечах			
Конвертерным способом			

8. Изучите устройство мартеновской печи и электропечи, названия составных элементов.
9. Запишите устройство и принцип работы мартеновской печи и электропечи.
10. Зарисуйте схематично устройство конвертера, укажите названия составных элементов.
11. Рассчитайте количество воздуха, необходимое для переработки 2т чугуна в конвертере.
12. Продолжите схему технологического процесса получения стали в кислородном конвертере.

*Схема технологического процесса выплавки стали в кислородном конвертере*

**I этап - завалка лома**

#### **Форма представления результата:**

Отчет по работе должен содержать:

- а) наименование работы и цель работы;
- б) результаты задания;
- в) выводы по работе.

#### **Критерии оценки:**

**Оценка «отлично»** ставится в том случае, если студент:

- свободно применяет полученные знания при выполнении практических заданий;
- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий;
- в письменном отчете по работе правильно и аккуратно выполнены все записи;

**Оценка «хорошо»** ставится, если:

- выполнены требования к оценке «отлично», но допущены 2 – 3 недочета при выполнении практических заданий и студент может их исправить самостоятельно или при небольшой помощи преподавателя;
- в письменном отчете по работе делает незначительные ошибки;

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы;
- в ходе выполнения работы студент продемонстрировал слабые практические навыки, были допущены ошибки;
- студент умеет применять полученные знания при решении простых задач по готовому алгоритму;
- в письменном отчете по работе допущены ошибки;

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью и объем выполненной работы не позволяет сделать правильных выводов, у студента имеются лишь отдельные представления об изученном материале, большая часть материала не усвоена;
- в письменном отчете по работе допущены грубые ошибки, либо он вообще отсутствует;

**Тема:** Строение и свойства металлов и сплавов

### **Практическое занятие № 7**

Определение удельного веса материалов

**Цель:** формирование умений определения удельного веса металлов и сплавов

**Выполнив работу, Вы будете уметь:**

- выбирать материалы на основе анализа их свойств для конкретного применения;
- выбирать способы соединения материалов;
- обрабатывать детали из основных материалов.
- определять удельный вес металлов и сплавов

**Материальное обеспечение:** Аналитические весы, разновесы, штангенциркуль, образцы металлов и сплавов, калькулятор, конспект лекций.

**Задание:**

1. Определите чистый вес образцов металлов и сплавов.
2. Выполните замеры образцов при помощи контрольно-измерительного инструмента и определите их объём.
3. Определите удельный вес образцов металлов и сплавов.
4. Полученные результаты занесите в таблицу 10

Таблица 10

№ п/п	Наименование образца металла	Вес образца Р, г	Размеры образца, мм			Удельный вес $\gamma$ , г/см <sup>3</sup>	Удельный вес $\gamma_{уд}$ по ГОСТ
			длина а	ширина в	толщина h		
1	Сталь 20					7,7,6	
2	Алюминий					2,7	
3	Медь					8,9	
4	Свинец					11,3	
5	Олово					7,3	

**Порядок выполнения работы:**

1. Определите чистый вес образцов металлов и сплавов.
2. Выполните замеры образцов при помощи контрольно-измерительного инструмента и определите их объём.
3. Определите удельный вес образцов металлов и сплавов.
4. Полученные результаты занесите в тетрадь

**Форма представления результата:**

- а. наименование работы и цель работы;
- б. выполненное задание;
- в. Вывод по проделанной работе.

**Критерии оценки:**

**Оценка «отлично»** ставится в том случае, если студент:

- свободно применяет полученные знания при выполнении практических заданий;
- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий;
- в письменном отчете по работе правильно и аккуратно выполнены все записи;

**Оценка «хорошо»** ставится, если:

- выполнены требования к оценке «отлично», но допущены 2 – 3 недочета при выполнении практических заданий и студент может их исправить самостоятельно или при небольшой помощи преподавателя;
- в письменном отчете по работе делает незначительные ошибки;

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы;
- в ходе выполнения работы студент продемонстрировал слабые практические навыки, были допущены ошибки;
- студент умеет применять полученные знания при решении простых задач по готовому алгоритму;
- в письменном отчете по работе допущены ошибки;

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью и объем выполненной работы не позволяет сделать правильных выводов, у студента имеются лишь отдельные представления об изученном материале, большая часть материала не усвоена;
- в письменном отчете по работе допущены грубые ошибки, либо он вообще отсутствует;

## Тема: Строение и свойства металлов и сплавов

### Практическое занятие № 8

#### Определение видов металлов по микроструктуре

**Цель:** формирование умений определения видов металлов и сплавов по микроструктуре

**Выполнив работу, Вы будете уметь:** - выбирать материалы на основе анализа их свойств для конкретного применения.;  
-определять виды металлов и сплавов по микроструктуре

**Материальное обеспечение:** Конспект лекций, альбом металлографический, микроскоп, образцы металлов.

#### Задание:

1. Зарисуйте структуры образцов металлов по снимкам, изображенным в металлографическом альбоме (по указанию преподавателя). Подпишите все структурные составляющие.
2. Выучите определения, характеристики структурных составляющих.
3. По рисунку определите сталь это или чугун.
4. По выданным образцам с помощью микроскопа определите вид стали и чугуна

#### Краткие теоретические сведения:

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

*В альбоме приведены микроструктуры сталей и чугунов.*

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

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

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

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

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

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

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

#### Порядок выполнения работы:

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

#### Форма представления результата:

- а. наименование работы и цель работы;
- б. оформленные результаты в тетради;
- в. выводы по работе.

**Критерии оценки:**

**Оценка «отлично»** ставится в том случае, если студент:

- свободно применяет полученные знания при выполнении практических заданий;
- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий;
- в письменном отчете по работе правильно и аккуратно выполнены все записи;

**Оценка «хорошо»** ставится, если:

- выполнены требования к оценке «отлично», но допущены 2 – 3 недочета при выполнении практических заданий и студент может их исправить самостоятельно или при небольшой помощи преподавателя;
- в письменном отчете по работе делает незначительные ошибки;

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы;
- в ходе выполнения работы студент продемонстрировал слабые практические навыки, были допущены ошибки;
- студент умеет применять полученные знания при решении простых задач по готовому алгоритму;
- в письменном отчете по работе допущены ошибки;

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью и объем выполненной работы не позволяет сделать правильных выводов, у студента имеются лишь отдельные представления об изученном материале, большая часть материала не усвоена;
- в письменном отчете по работе допущены грубые ошибки, либо он вообще отсутствует;

**Тема: Твёрдые диэлектрики****Лабораторное занятие № 1**

Измерение диэлектрической проницаемости и угла диэлектрических потерь твёрдых диэлектриков.

**Цель:** ознакомиться с образцами диэлектрических материалов, определить их диэлектрическую проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь, сравнить полученные результаты со справочными данными.

**Выполнив работу, Вы будете уметь:** определять диэлектрическую проницаемость диэлектрических материалов.

**Материальное обеспечение:** "Измеритель RLC", минимодули "Диэлектрическая проницаемость бумаги", "Диэлектрическая проницаемость полиэтилентерефталата", соединительные проводники.

**Задание:**

1. Изучить тему «Твёрдые диэлектрики», содержание данной лабораторной работы и быть готовым ответить на все контрольные вопросы преподавателя.
2. Произвести необходимые измерения.

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить теоретический материал, достаточный для выполнения лабораторной работы. В данной лабораторной работе производится измерение ёмкости конденсаторов прямым методом – измерителем RLC.
2. Подключить минимодуль "Диэлектрическая проницаемость" к измерителю RLC, как указано на рисунке 5.

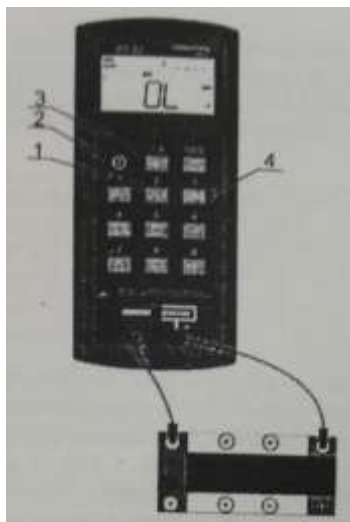


Рис. 5. Соединение измерителя RLC и минимодуля "Диэлектрическая проницаемость": 1 – кнопка выбора режима измерения основного параметра, 2 – кнопка включения прибора, 3 – кнопка выбора частоты тест-сигнала, 4 – кнопка выбора режима измерения дополнительного параметра

После проверки правильности соединения схемы преподавателем, подать напряжение питания на комплект, включением автоматического выключателя и УЗО модуля "Модуль питания и USB-осциллограф".

Включить измеритель RLC, нажав кнопку 2, нажатием кнопки 1 установить режим измерения ёмкости, о чём будет свидетельствовать значок "F" – фарады в нижнем правом углу дисплея. Установить частоту тест-сигнала 120 Гц нажатием кнопки 3, частота тест-сигнала отображается в правой части дисплея "120Hz". Установить режим измерения диэлектрических потерь кнопкой 4, данный режим измерения индицирует символ "D" в верхней части дисплея.

В правой верхней части дисплея отображается тангенс угла диэлектрических потерь. Занести показания измерителя RLC в таблицу 11.

3. Не отключая измеритель RLC, заменить минимодуль на другой из набора и занести ёмкость и угол диэлектрических потерь в таблицу 11. Повторить измерения для всех выданных образцов.

Таблица 11

№ п/п	f, Гц	$\xi$	Измерителем RLC		$\xi$	d, м	S, м <sup>2</sup>	C <sub>0</sub>
			tgδ	C <sub>x</sub>				
1-й образец								
2-й образец								
...								

4. Рассчитать диэлектрическую проницаемость образцов. Для минимодулей "Диэлектрическая проницаемость" площадь обкладок измерить на опытном образце, толщина диэлектрика указана на минимодуле.

5. Сравнить полученные результаты со справочными.



6. По полученным данным построить гистограммы и сравнить диэлектрики по величине тангенса диэлектрических потерь и диэлектрической проницаемости. Сделать вывод о целесообразности применения диэлектрика в том или ином случае.

7. После оформления отчёта и проверки результатов преподавателем необходимо разобрать схему, представить комплект в полном составе и исправности преподавателю.

**Форма представления результата:**

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схемы экспериментов и таблицы полученных экспериментальных данных;
- в) результаты расчетов;
- г) выводы по работе.

**Критерии оценки:**

**Оценка «отлично»** ставится в том случае, если студент:

- свободно применяет полученные знания при выполнении лабораторных заданий;
- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий;
- в письменном отчете по работе правильно и аккуратно выполнены все записи;

**Оценка «хорошо»** ставится, если:

- выполнены требования к оценке «отлично», но допущены 2 – 3 недочета при выполнении лабораторных заданий и студент может их исправить самостоятельно или при небольшой помощи преподавателя;
- в письменном отчете по работе делает незначительные ошибки;

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы;
- в ходе выполнения работы студент продемонстрировал слабые практические навыки, были допущены ошибки;
- в письменном отчете по работе допущены ошибки;

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если:

- лабораторная работа выполнена не полностью и объем выполненной работы не позволяет сделать правильных выводов, у студента имеются лишь отдельные представления об изученном материале, большая часть материала не усвоена;
- в письменном отчете по работе допущены грубые ошибки, либо он вообще отсутствует;

**Тема:** Твёрдые диэлектрики

**Лабораторное занятие № 2**

Измерение зависимости угла диэлектрических потерь и диэлектрической проницаемости от температуры

**Цель:** ознакомиться с образцами диэлектрических материалов; определить тангенс угла диэлектрических потерь и диэлектрическую проницаемость представленных диэлектриков, сравнить полученные результаты со справочными данными.

**Выполнив работу, Вы будете уметь:** определять диэлектрическую проницаемость материалов от температуры.

**Материальное обеспечение:** модуль "Функциональный генератор", модуль "Магнитомягкие материалы. Температурный коэффициент сопротивления / ёмкости", модуль "Модуль питания и USB-осциллограф", минимодуль "ТКЕ конденсаторов", модуль "Измеритель RLC", модуль "Мультиметры", соединительные проводники.

**Задание:**

1. Изучить тему «Твёрдые диэлектрики», содержание данной лабораторной работы и быть готовым ответить на все контрольные вопросы преподавателя.
2. Произвести необходимые измерения.

**Порядок выполнения работы**

1. Изучить теоретический материал, достаточный для выполнения лабораторной работы.
2. Согласно рисунку 6 выполнить электрические соединения модулей для измерения тангенса диэлектрических потерь и диэлектрической проницаемости твёрдых диэлектриков. Монтаж схемы производить при отключенном питании. В качестве источника питания, для нагрева опытного образца, использовать нерегулируемый выход "+15В" модуля питания. В качестве P1 использовать измеритель RLC, в качестве P2 – мультиметр в режиме измерения температуры "С". Подключить выводы термопары минимодуля "ТКЕ конденсаторов" к контактам "ТЕМП" мультиметра.
3. После проверки правильности соединений схемы преподавателем подать напряжение питания на комплект, включением автоматического выключателя и УЗО модуля "Модуль питания и USB-осциллограф". Включить измеритель RLC, нажав кнопку 2, нажатием кнопки 1 установить режим измерения ёмкости, о чём будет свидетельствовать символ "F" – фарады в нижнем правом углу дисплея. Установить частоту тест-сигнала 1 кГц нажатием кнопки 3, частота тест сигнала отображается в правой части дисплея "120 Hz".

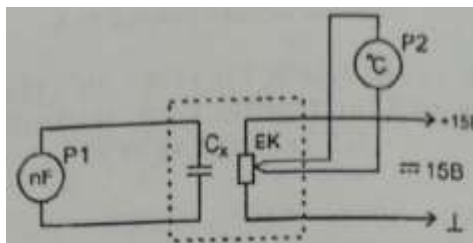


Рис. 6. Схема электрическая соединений типового комплекта для измерения зависимости диэлектрической проницаемости и угла диэлектрических потерь от температуры

- Установить режим измерения диэлектрических потерь кнопкой 4, данный режим измерения индицирует символ "D" в верхней части дисплея.
4. Для начала эксперимента необходимо соединить общий проводник модуля и нагревательного элемента минимодуля.
- Занести значение емкости и тангенса угла диэлектрических потерь в таблицу 12 через каждые 5 градусов. Измерения проводить до 100 градусов.
5. Повторить измерения для всех выданных образцов. Результаты занести в таблицу 12.
  6. Рассчитать диэлектрическую проницаемость образцов.

Таблица 12

№ п/п	$t^0, ^\circ C$	$tg\delta$	$C_x$	$\xi$
Конденсатор 1				
Конденсатор 2				

7. Построить зависимость  $tg\delta$  и  $\xi$  от температуры.
8. Сравнить диэлектрики, основываясь на полученных температурных зависимостях тангенса диэлектрических потерь и диэлектрической проницаемости. Сделать вывод о целесообразности применения диэлектрика в том или ином случае.
9. После оформления отчёта и проверки результатов преподавателем необходимо разобрать схему, предоставить комплект в полном составе и исправности преподавателю.

**Форма представления результата:**

- а) наименование работы и цель работы;
- б) схемы экспериментов и таблицы полученных экспериментальных данных;
- в) результаты расчетов;
- г) выводы по работе.

**Критерии оценки:**

**Оценка «отлично»** ставится в том случае, если студент:

- свободно применяет полученные знания при выполнении лабораторных заданий;
- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий;
- в письменном отчете по работе правильно и аккуратно выполнены все записи;

**Оценка «хорошо»** ставится, если:

- выполнены требования к оценке «отлично», но допущены 2 – 3 недочета при выполнении лабораторных заданий и студент может их исправить самостоятельно или при небольшой помощи преподавателя;
- в письменном отчете по работе делает незначительные ошибки;

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы;
- в ходе выполнения работы студент продемонстрировал слабые практические навыки, были допущены ошибки;
- в письменном отчете по работе допущены ошибки;

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если:

- лабораторная работа выполнена не полностью и объем выполненной работы не позволяет сделать правильных выводов, у студента имеются лишь отдельные представления об изученном материале, большая часть материала не усвоена;
- в письменном отчете по работе допущены грубые ошибки, либо он вообще отсутствует;

**Тема:** Твёрдые диэлектрики

**Лабораторное занятие № 3**

Измерение диэлектрической проницаемости и угла диэлектрических потерь активных диэлектриков

**Цель:** ознакомиться с образцами диэлектрических материалов, определить тангенс угла диэлектрических потерь и электрическую проницаемость представленного диэлектрика, сравнить полученные результаты со справочными данными.

**Выполнив работу, Вы будете уметь:** определять тангенс диэлектрических потерь и электрическую проницаемость активных диэлектриков.

**Материальное обеспечение:** модуль "Функциональный генератор", модуль "Модуль питания и USB-осциллограф", модуль "Прямой и обратный пьезоэффект. Наборное поле", модуль "Измеритель RLC", соединительные проводники.

**Задание:**

1. Изучить тему «Электрические Твёрдые диэлектрики», содержание данной лабораторной работы и быть готовым ответить на все контрольные вопросы к ней.
2. Произвести необходимые измерения.

**Порядок выполнения работы**

1. Изучить теоретический материал, достаточный для выполнения лабораторной работы.
2. Соединить RLC-метр и диэлектрик HF модуля "Прямой и обратный пьезоэффект. Наборное поле" согласно рисунку 7, где P1 – "Измеритель RLC".

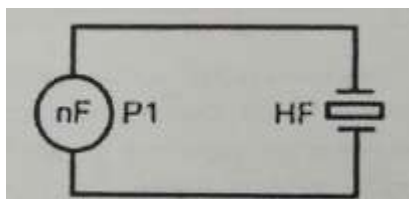


Рис.7. Схема электрическая соединений типового комплекта для измерения диэлектрической проницаемости и угла диэлектрических потерь в активных диэлектриках

3. После проверки правильности соединения схемы преподавателем подать напряжение питания на комплект, включением автоматического выключателя и УЗО модуля "Модуль питания и USB-осциллограф".

Включить измеритель RLC, нажав кнопку 2, нажатием кнопки 1 установить режим измерения ёмкости, о чём будет свидетельствовать значок "F" – фарады в нижнем правом углу дисплея. Установить частоту тест-сигнала 1 кГц нажатием кнопки 3, частота тест сигнала отображается в правой части дисплея "1 kHz". Установить режим измерения диэлектрических потерь кнопкой 4, данный режим измерения индицирует символ "D" в верхней части дисплея.

4. Рассчитать диэлектрическую проницаемость образцов. Занести ёмкость и тангенс угла диэлектрических потерь в таблицу 13.

Таблица 13

№ п/п	$tg \delta$	$C_x, мкФ$	$C_0$	$\xi$
1-й образец				
2-й образец				

5. Сравнить полученные данные со справочными.
6. После оформления отчёта и проверки результатов преподавателем необходимо разобрать схему, предоставить комплект в полном составе и исправности преподавателю.

**Форма представления результата:**

- а) наименование работы и цель работы;
- б) электрические схемы опытов;
- в) таблицы с результатами опытов и вычислений;
- г) выводы по работе.

**Критерии оценки:**

**Оценка «отлично»** ставится в том случае, если студент:

- свободно применяет полученные знания при выполнении лабораторных заданий;
- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий;
- в письменном отчете по работе правильно и аккуратно выполнены все записи;

**Оценка «хорошо»** ставится, если:

- выполнены требования к оценке «отлично», но допущены 2 – 3 недочета при выполнении лабораторных заданий и студент может их исправить самостоятельно или при небольшой помощи преподавателя;
- в письменном отчете по работе делает незначительные ошибки;

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, если:

- практическая работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы;
- в ходе выполнения работы студент продемонстрировал слабые практические навыки, были допущены ошибки;
- в письменном отчете по работе допущены ошибки;

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если:

- лабораторная работа выполнена не полностью и объем выполненной работы не позволяет сделать правильных выводов, у студента имеются лишь отдельные представления об изученном материале, большая часть материала не усвоена;
- в письменном отчете по работе допущены грубые ошибки, либо он вообще отсутствует