

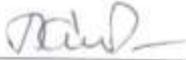


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

«СОГЛАСОВАНО»

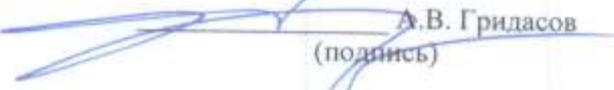
Руководитель ОП

  
В.Н. Стаценко  
(подпись)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
сварочного производства

  
А.В. Гридасов  
(подпись)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Источники питания в сварочном производстве

Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение

профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

Форма подготовки очная/заочная

курс 3/4 семестр 6/7-8

лекции 16/6 час.

практические занятия 16/6 час.

лабораторные работы 16/6 час.

в том числе с использованием МАО лек. 2/2 /пр. 4/2 /лаб. 4/0 час.

всего часов аудиторной нагрузки 48/18 час.

в том числе с использованием МАО 10/4 час.

самостоятельная работа 96/126 час.

в том числе: на подготовку к экзамену -/- час.

контрольные работы \_\_\_\_\_ не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачет 6/8 семестр

экзамен - семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 03.09.2015 № 957.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры сварочного производства протокол № 3 от «15» октября 2015 г.

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент Гридасов А.В.

Составитель(ли): доцент Шамшин В.Г.

## Оборотная сторона титульного листа РПУД

### I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ А.В. Гридасов

(подпись)

(И.О. Фамилия)

### II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ А.В. Гридасов

(подпись)

(И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

Рабочая программа учебной дисциплины «Источники питания в сварочном производстве» предназначена для направления 15.03.01 Машиностроение, профиль «Оборудование и технология сварочного производства».

Общая трудоёмкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа и включает в себя следующее:

- лекционные занятия 16/6 час., в том числе по МАО 2/2 час.;
- практические занятия 16/6 час., в том числе по МАО 4/2 час.;
- лабораторные работы 16/6 час., в том числе МАО 4/0 час.;
- самостоятельная работа студентов 96/126 час.

Дисциплина «Источники питания в сварочном производстве» относится к блоку «Дисциплины (модули)» - Б1., «Вариативная часть» - Б1.В., «Дисциплины по выбору» - Б1.В.ДВ.8.2.

Дисциплина «Источники питания в сварочном производстве» логически и содержательно связана с такими курсами, как «Физика», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Математический анализ», «Начертательная геометрия и инженерная графика», «Материаловедение», «Электротехника и электроника», «Основы проектирования», «Экономика и организация машиностроительного производства», «Основы информационных технологий в машиностроении», «Теория сварочных процессов», «Автоматизация сварочных процессов», «Технические измерения в сварочном производстве».

### **Особенности построения и содержания курса**

Курс «Источники питания в сварочном производстве» предназначен для предоставления студентам знаний о видах, конструкциях, методах технологических расчетов параметров источников питания, применяемых в сварочном производстве, а также об охране труда при работе с ними и влиянии

на экономическое развитие страны, продвижению науки в области машиностроения.

Для понимания физических явлений в источниках питания и принципах их действия входит ознакомление с теоретическими основами работы трансформаторов с усиленными магнитными полями рассеяния и дросселей насыщения в режимах свободного и вынужденного намагничивания. А также глубокое изучение работы магнитных элементов, выпрямителей, усилителей на полупроводниковых приборах и обстоятельный анализ работы трёхфазной схемы выпрямления с учётом индуктивностей в анодных цепях.

**Целью дисциплины** - сформировать у студентов систематизированные знания и практические навыки по источникам питания, применяемым в сварочном производстве, что определяет их профессиональную направленность, необходимую для дальнейшей производственной деятельности.

**Задачи:**

1. Изучение физических явлений в источниках питания и принципа их действия.
2. Изучение конструкций источников питания и их особенностей.
3. Изучение методов расчёта и регулирования параметрами источников питания.
4. Изучение алгоритмов управления источниками питания при процессе сварочных работ.
5. Изучение новейших и современных источников питания.
6. Изучение правил электробезопасности и нормативных документов по охране труда.

Для успешного изучения дисциплины «Источники питания в сварочном производстве» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

ОК-3 - способность использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности.

ОК-4 - способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности.

ОК-5 - способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия.

ОК-9 - готовностью пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.

ОПК-1 - умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

ОПК-3 - владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.

ОПК-4 - умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении.

ОПК-5 - способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учётом основных требований информационной безопасности.

ПК-11 - способностью обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий.

ПК-12 - способностью разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств.

ПК-13 - способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование.

ПК-16 - умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ.

ПК-17 - умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения.

ПК-18 - умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.

ПК-19 - способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные/ профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формулировки компетенции	
<b>ПК-14</b> - способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции.	<b>Знает</b>	Технологии эксплуатации современных источников питания для сварки; Принципы выбора технологического оборудования в соответствии с поставленной задачей; Условия эксплуатационной возможности источников питания.
	<b>Умеет</b>	Производить выбор источника питания и параметров режима его работы применительно к установленному технологическому процессу
	<b>Владет</b>	Правилами безопасной эксплуатации сварочных источников питания
<b>ПК-15</b> - умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс	<b>Знает</b>	Нормативные требования к источникам питания. Основные параметры и характеристики применяемого источника питания.

технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования.	<b>Умеет</b>	Определять техническое состояние источников питания
	<b>Владеет</b>	Определением технического состояния технологического оборудования для выполнения конкретной задачи

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Источники питания в сварочном производстве» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения:

### **Основные интерактивные методы**

1. Case-study (анализ конкретных ситуаций, ситуационный анализ)
2. Мастер класс
3. Круглый стол (дискуссии, полемики, диспута, дебатов)

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

## **МОДУЛЬ I. Источники питания (16/6 час., в том числе МАО 2/2 час.)**

### **Раздел I. Электрическая дуга (1/0,48 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

#### **Тема 1. Электрический разряд в газе (0,25/0 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Физико-химические принципы возникновения электрического разряда в газе. Описание процессов возникновения различных типов электрических разрядов, их характеристики и свойства. Вольт-Амперная характеристика разряда в газе. Технические термины и их определения.

#### **Тема 2. Свойства электрической дуги (0,25/0,24 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Описание дугового разряда, принципы возникновения и действия, свойства, характеристика. Ознакомление с параметрами электрической дуги. Ознакомление с теоретическими данными практического расчёта параметров электрической дуги. Технические термины и их определения. Особенности дуг переменного тока.

#### **Тема 3. Параметры и вольтамперная характеристика дуги (0,25/0,24 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Основные параметры сварочной дуги. Зависимость величины сварочного тока от диаметра электрода. Производительность процесса дуговой сварки. Условия гашения дуги. Дополнительные параметры.

#### **Тема 4. Классификация дуг (0,25/0 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Классификация по принципу работы дуги. Дуга прямого действия. Дуга косвенного действия. Комбинированная дуга. Открытая дуга. Закрытая дуга. Дуга в среде защитных газов. Особенности поведения дуг, и факторы, влияющие на устойчивость.

## **Раздел II. Общие сведения об источниках питания (6/1,2 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

### **Тема 1. Основные функции источника питания (0,6/0,24 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Вводная лекция для разъяснения, что есть источник питания, какие функции выполняет, принципы действия. Описание процессов выполняемых источником питания в системе «ИП - Электрод (+/-) – деталь – Электрод (-/+) – ИП (земля)».

### **Тема 2. Основные требования к источникам (0,6/0 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Описание требований к сварочным источникам. Терминология. Внешняя характеристика дуги и источников питания.

### **Тема 3. Схема замещения системы источник питания – дуга (0,6/0,24 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Описание системы «ИП – Сварочная дуга». Схемы замещения. Режимы источника питания. Описание процесса зажигания при дуговой сварке, способы, этапы. Описание условий для реализации и повтора поджига сварочной дуги. Параметры электрических коммуникаций.

### **Тема 4. Виды источников питания (0,6/0 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Подробная классификация источников питания электрической сварочной дуги. Описание. Терминология.

### **Тема 5. Основные параметры источников питания (0,6/0,24 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Описание параметров источника питания. Теоретические данные для практического расчёта параметров источника питания. Терминология.

**Тема 6. Рабочие, сервисные и защитные функции (0,6/0 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Режимы запуска и работы источника питания и влияние на электрическую дугу. Описание дополнительных спец. функций для сварочных источников питания, их особенности, принципы осуществления и действий. Терминология.

**Тема 7. Режимы работы источников питания (0,6/0,24 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Теоретические данные для практического расчёта КПД, длительности рабочего цикла. Описание зависимостей КПД и длительности рабочего цикла. Режимы для регулирования длительности рабочего цикла и КПД источника питания. Терминология.

**Тема 8. Система обозначений типов источников питания (0,6/0 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Описание принципов обозначения источников питания. Нормативная документация. Шифр обозначения. Терминология.

**Тема 9. Использование видов источников питания (0,6/0 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Описание источника питания постоянного тока. Описание источника питания переменного тока. Импульсный источник. Источник разнополярных импульсов. Требования к видам источника питания в зависимости от применяемого способа сварки.

**Тема 10. Общие требования охраны труда (0,6/0,24 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Ознакомление с нормативной документацией по охране труда, электробезопасности, требованиям к электроарматуре, электрическим кабелям и периферии. Терминология.

## **Раздел III. Сварочные трансформаторы (2/0,72 час., в том числе МАО 0,5/0,5 час.)**

### **Тема 1. Общие сведения (0,33/0 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Вводная лекция, где разъясняется, что такое сварочный трансформатор, общий принцип его работы, предназначение, применение в сварочном деле. Терминология.

### **Тема 2. Виды сварочных трансформаторов (0,33/0 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Классификация сварочных трансформаторов. Терминология.

### **Тема 3. Основные сведения о трансформаторах (0,33/0,24 час., в том числе МАО 0,25/0,25 час.)**

Построение трансформаторов. Схема замещения трансформатора. Режимы работы трансформатора. Внешняя характеристика. Параметры трансформаторов. Методы регулирования вторичного напряжения. Применение балластных резисторов. Применение балластного дросселя. Виды регулируемых трансформаторов. Трансформаторы с регулированием числа витков обмоток. Трансформаторы с подвижной вторичной обмоткой. Трансформаторы, регулируемые подмагничиванием шунтов.

**Лекция проводится с использованием элементов метода активного обучения «Круглый стол (дискуссии, полемики, диспута, дебатов)».**

### **Тема 4. Конструкции сварочных трансформаторов (0,33/0 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Трансформаторы с нормальным рассеянием. Трансформаторы с дросселями с воздушным зазором. Трансформаторы с дросселями насыщения. Трансформаторы с повышенным рассеянием. Трансформаторы с подвижными обмотками. Трансформатор с подвижным магнитным шунтом. Трансформаторы с подмагничиваемым шунтом. Трансформаторы с реактивной обмот-

кой. Трансформатор с разнесёнными обмотками. Трансформатор с дополнительной ёмкостью.

**Тема 5. Трансформаторы для сварки трёхфазной дугой (0,33/0,24 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Описание трёхфазной дуги. Принципы реализации для сварочного процесса. Достоинства и недостатки трёхфазной дуги в сварочном деле. Схемы применяемые в сварочных источниках питания.

**Тема 6. Параллельное включение сварочных трансформаторов (0,33/0,24 час., в том числе МАО 0,25/0,25 час.)**

Описание принципа и правил параллельного подключения. Правила параллельного включения сварочных источников питания. Особенности параллельного включения сварочных источников питания. Дополнительное оборудование / устройства для реализации подключения и повышения его устойчивости к перепадам нагрузки.

**Лекция проводится с использованием элементов метода активного обучения «Круглый стол (дискуссии, полемики, диспута, дебатов)».**

**Раздел IV. Элементная база источников питания (1,2/0,72 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

**Тема 1. Основные полупроводниковые приборы (0,4/0,24 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Классификация полупроводников. Виды полупроводников. Принципы работы и подключения полупроводников. Выпрямительные диоды. Основные параметры и характеристика выпрямительных диодов. Тиристоры. Классификация тиристоров. Динистор. Тринистор. Тиристр. Основные параметры тиристоров. Система обозначения тиристоров. Симистор. Биполярные транзисторы их устройство и принцип действия. Схемы включения биполярных транзисторов. Статические характеристики биполярных транзисторов. Пара-

метры транзисторов. Транзисторы MOSFET. Биполярные транзисторы с изолированным затвором IGBT.

## **Тема 2. Усилители электрических сигналов (0,4/0,24 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Понятие об обратных связях в усилителях электрических сигналов. Схемы включения операционных усилителей (ОУ). Инвертирующее включение ОУ. Неинвертирующее включение ОУ. Дифференциальное включение ОУ. Функциональные схемы на базе ОУ. Сумматор напряжений. Дифференцирующая и интегрирующая схемы. Компаратор.

## **Тема 3. Импульсные устройства (0,4/0,24 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Параметры импульсов. Электронный ключ и его принципы действия. Применяемость устройств.

## **Раздел V. Регуляторы переменного тока (Тиристорные трансформаторы) (1,8/0,96 час., в том числе МАО 0,25/0,25 час.)**

### **Тема 1. Общие сведения (0,36/0 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Вводная лекция, в которой разъясняется, что представляет собой тиристорные трансформаторы, представление описаний схем тиристорных регуляторов, и системы взаимодействия элементов устройства в целом.

### **Тема 2. Принципы фазового управления (0,36/0,24 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Описание блоков импульсно-фазового управления, их устройство, взаимодействие с тиристорами, фазосдвигающим и выходным устройством.

### **Тема 3. Схемы тиристорных сварочных трансформаторов (0,36/0,24 час., в том числе МАО 0,25/0,25 час.)**

Схемы тиристорных трансформаторов. Достоинства и недостатки тиристорных трансформаторов. Особенности эксплуатации. Трансформаторы с подпиткой дуги. Трансформатор с импульсным стабилизатором. Однофазный регулятор с вольтодобавкой. Формирование внешних характеристик.

**Лекция проводится с использованием элементов метода активного обучения «Круглый стол (дискуссии, полемики, диспута, дебатов)».**

### **Тема 4. Циклоконверторный трансформатор (0,36/0,24 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Описание циклоконверторного трансформатора, принцип работы, характеристика.

### **Тема 5. Ступенчатый регулятор (0,36/0,24 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Принцип реализации ступенчатого метода регулирования. Осуществление ступенчатого регулирования с применением трансформатора с несколькими выводами от вторичной обмотки и тиристорного регулятора.

## **Раздел VI. Сварочные выпрямители (1/0,72 час., в том числе МАО 0,25/0,25 час.)**

### **Тема 1. Общие сведения (0,25/0 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Вводная лекция, разъясняющая предназначение и устройство выпрямителя, системы управления, классификация. Основные показатели выпрямителей.

### **Тема 2. Базовые схемы неуправляемых выпрямителей (0,25/0,24 час., в том числе МАО 0,25/0,25 час.)**

Однотактная схема выпрямления. Схема с выводом средней точки трансформатора. Мостовая схема. Трёхфазная схема с выводом средней точ-

ки трансформатора. Трёхфазная мостовая схема. Схема с уравнивающим реактором. Регулирование режимов работы. Сварочный выпрямитель с поджигающей обмоткой.

**Лекция проводится с использованием элементов метода активного обучения «Круглый стол (дискуссии, полемики, диспута, дебатов)».**

**Тема 3. Управляемые (тиристорные) выпрямители (0,25/0,24 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Схемы выпрямителей. Внешние характеристики выпрямителя. Блок-схема тиристорного выпрямителя. Однофазные выпрямители. Трёхфазные выпрямители с активной нагрузкой.

**Тема 4. Характеристики управляемых выпрямителей (0,25/0,24 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Внешняя характеристика. Регулировочные характеристики.

**Раздел VII. Инверторные источники питания (1/0,48 час., в том числе МАО 0,25/0,25 час.)**

**Тема 1. Общие сведения (0,25/0 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Инвертирование, как процесс преобразования энергии. Инвертор. Типы инверторов. Принцип действия инвертора. Основные характеристики сварочных инверторов.

**Тема 2. Классификация инверторных источников питания (0,25/0 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Классификация инверторных источников.

**Тема 3. Принципы построения инверторных источников (0,25/0,24 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Процесс инвертирования. Регулирование значений сварочного напряжения. Типы сварочных инверторов / инверторных выпрямителей и принцип их работы. Средства защиты для устройств инверторного типа. Внешняя характеристика инвертора. Преобразователь постоянного тока. Структура инверторного выпрямителя.

**Тема 4. Примеры схем инверторных источников (0,25/0,24 час., в том числе МАО 0,25/0,25 час.)**

Классификация генераторов импульсов для сварки плавящимся электродом. Источники питания разнополярных импульсов. Схемы формирователей импульсов с аккумулярованием энергии. Однотактные инверторы. Двухтактные инверторы.

**Лекция проводится с использованием элементов метода активного обучения «Круглый стол (дискуссии, полемики, диспута, дебатов)».**

**Раздел VIII. Инверторные источники питания (2/0,72 час., в том числе МАО 0,75/0,75 час.)**

**Тема 1. Осцилляторы (0,29/0 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Описание устройства – осциллятор, его принципы работы, параметры и характеристики.

**Тема 2. Импульсные возбудители дуги (0,29/0,24 час., в том числе МАО 0,25/0,25 час.)**

Описание процесса генерации импульса дуги в устройстве. Возбудители импульса дуги. Виды возбудителей импульса дуги. Схемы подключения устройств для генерации и транспортировки импульса дуги. Подключение источников питания к генерирующему устройству.

**Лекция проводится с использованием элементов метода активного обучения «Круглый стол (дискуссии, полемики, диспута, дебатов)».**

**Тема 3. Устройство поджига дуги (0,29/0 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Описание устройства поджига дуги.

**Тема 4. Стабилизатор сварочной дуги (0,29/0 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Стабилизаторы горения дуги. Характеристика устройства. Принцип работы.

**Тема 5. Возбудитель – стабилизатор (0,29/0,24 час., в том числе МАО 0,25/0,25 час.)**

Описание совмещённого устройства «Возбудитель-стабилизатор». Характеристика устройства. Принцип работы.

**Лекция проводится с использованием элементов метода активного обучения «Круглый стол (дискуссии, полемики, диспута, дебатов)».**

**Тема 6. Устройства подавления постоянной составляющей (0,29/0,24 час., в том числе МАО 0,25/0,25 час.)**

Влияние частичного выпрямления тока на качество сварного шва и трансформатора. Устройства подавления. Диодно-резисторное. Диодно-тиристорное устройство.

**Лекция проводится с использованием элементов метода активного обучения «Круглый стол (дискуссии, полемики, диспута, дебатов)».**

**Тема 7. Блок нарастания тока и заварки кратера (0,29/0 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Описание процесса плавного нарастания и снижения величины тока для сварки неплавящимся вольфрамовым электродом. Влияние данного процесса на составляющие устройства – источник питания, электроды, свариваемое изделие и др.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**Практические занятия (16/6 час., в том числе МАО 4/2 час.)**

**Занятие 1. Расчёт электрических цепей (2,67/1 час., в том числе МАО 1/0,5 час.)**

Определение параметров схемы замещения системы «Источник питания - Электрическая дуга».

**Занятие проводится с использованием элементов метода активного обучения «Case-study».**

**Занятие 2. Расчёт электрических параметров сварочной дуги (2,67/1 час., в том числе МАО 1/0,5 час.)**

Определение параметров сварочной дуги.

**Занятие проводится с использованием элементов метода активного обучения «Case-study».**

**Занятие 3. Расчёт электрических параметров трансформатора и дросселя (2,67/1 час., в том числе МАО 1/0,5 час.)**

Определение параметров трансформатора.

**Занятие проводится с использованием элементов метода активного обучения «Case-study».**

**Занятие 4. Внешняя характеристика трансформатора (2,67/1 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Определение параметров трансформатора.

**Занятие 5. Анализ работы тиристорного трансформатора (2,67/1 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

Определение параметров тиристорного трансформатора.

**Занятие 6. Расчёт однофазных и трёхфазных выпрямителей (2,67/1 час., в том числе МАО 1/0,5 час.)**

Определение параметров тиристорного трансформатора.

**Занятие проводится с использованием элементов метода активного обучения «Case-study».**

**Лабораторные работы (16/6 час., в том числе МАО 4/2 час.)**

**Лабораторная работа №1. Исследование степени пригодности сварочного трансформатора для определённого способа сварки (2,3/0,85 час., в том числе МАО 1,3/0,66 час.)**

**Цель работы**

Изучить влияние источников питания на параметры и характеристики сварочной электрической дуги при различных способах сварки.

**Этапы проведения**

1. Ознакомление с теоретической частью;
2. Ознакомление с порядком проведения испытаний;
3. Проведение испытаний;
4. Анализ полученных результатов;
5. Подготовка отчёта;
6. Защита отчёта.

**Лабораторная работа проводится с использованием элементов метода активного обучения «Мастер класс».**

## **Лабораторная работа №2. Изучение универсального сварочного выпрямителя (2,3/0,85 час., в том числе МАО 1,3/0,66 час.)**

### **Цель работы**

Изучить конструкцию универсального сварочного выпрямителя, работу, методы регулирования параметров тока.

### **Этапы проведения**

1. Ознакомление с теоретической частью;
2. Ознакомление с порядком проведения испытаний;
3. Проведение испытаний;
4. Анализ полученных результатов;
5. Подготовка отчёта;
6. Защита отчёта.

**Лабораторная работа проводится с использованием элементов метода активного обучения «Мастер класс».**

## **Лабораторная работа №3. Исследование централизованной системы питания сварочных постов (2,3/0,85 час., в том числе МАО 1,3/0,66 час.)**

### **Цель работы**

Изучить электрическую схему, рабочее подключение системы, работу, методы регулирования параметров тока.

### **Этапы проведения**

1. Ознакомление с теоретической частью;
2. Ознакомление с порядком проведения испытаний;
3. Проведение испытаний;
4. Анализ полученных результатов;
5. Подготовка отчёта;
6. Защита отчёта.

**Лабораторная работа проводится с использованием элементов метода активного обучения «Мастер класс».**

## **Лабораторная работа №4. Изучение аппаратов для повышения устойчивости горения сварочной дуги (2,3/0,85 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

### **Цель работы**

Изучить электрическую схему, конструкцию аппаратов, рабочее подключение системы, работу, методы регулирования параметров тока.

### **Этапы проведения**

1. Ознакомление с теоретической частью;
2. Ознакомление с порядком проведения испытаний;
3. Проведение испытаний;
4. Анализ полученных результатов;
5. Подготовка отчёта;
6. Защита отчёта.

## **Лабораторная работа №5. Испытание сварочного выпрямителя (2,3/0,85 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

### **Цель работы**

Проведение испытаний рабочей электрической схемы, регулирование параметров тока, фиксирование потерь, анализ КПД и др.

### **Этапы проведения**

1. Ознакомление с теоретической частью;
2. Ознакомление с порядком проведения испытаний;
3. Проведение испытаний;
4. Анализ полученных результатов;
5. Подготовка отчёта;
6. Защита отчёта.

## **Лабораторная работа №6. Сварочная дуга и электроды для ручной дуговой сварки (2,3/0,85 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

### **Цель работы**

Изучить сварочную дугу и физические процессы, происходящие в ней.  
Влияние вида покрытий электрода на длину сварочной дуги.

### **Этапы проведения**

1. Ознакомление с теоретической частью;
2. Ознакомление с порядком проведения испытаний;
3. Проведение испытаний;
4. Анализ полученных результатов;
5. Подготовка отчёта;
6. Защита отчёта.

## **Лабораторная работа №7. Источники питания электрической дуги для ручной дуговой сварки (2,3/0,85 час., в том числе МАО 0/0 час.)**

### **Цель работы**

1. Изучить устройство и принцип действия сварочных трансформаторов и выпрямителей.

2. Усвоить способы получения внешней вольтамперной характеристики и регулирования сварочного тока современных источников питания для ручной дуговой сварки.

3. Снять внешнюю характеристику сварочного трансформатора с повышенным магнитным рассеянием.

### **Этапы проведения**

1. Ознакомление с теоретической частью;
2. Ознакомление с порядком проведения испытаний;
3. Проведение испытаний;
4. Анализ полученных результатов;
5. Подготовка отчёта;
6. Защита отчёта.

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Источники питания в сварочном производстве» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план – график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристики заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы/ темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль		промежуточная аттестация
<b>Модуль I. Источники питания</b>					
<b>Раздел I. Электрическая дуга</b>					
1	Тема 1. Электрический разряд в газе	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
2	Тема 2. Свойства электрической дуги	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
3	Тема 3. Параметры и вольт-амперная характеристика дуги	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	УО-1 ПР-11
			умеет	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
			владеет	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
4	Тема 4. Классификация дуг	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
<b>Раздел II. Общие сведения об источниках питания</b>					
5	Тема 1. Основные функции источника питания	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
6	Тема 2. Основные требования к источникам	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
7	Тема 3. Схема замещения системы источник питания – дуга	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	УО-1 ПР-11
			умеет	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
			владеет	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
8	Тема 4. Виды источников питания	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
9	Тема 5. Основные параметры источников питания	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	УО-1 ПР-11
			умеет	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
			владеет	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
10	Тема 6. Рабочие, сервисные и защитные функции	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1 ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
11	Тема 7. Режимы работы источников питания	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1 ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
12	Тема 8. Система обозначений типов источников питания	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	УО-1 ПР-11
			умеет	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
			владеет	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
13	Тема 9. Использование видов источников питания	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	УО-1 ПР-11
			умеет	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
			владеет	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
14	Тема 10. Общие требования охраны труда	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	УО-1 ПР-11
			умеет	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
			владеет	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	

<b>Раздел III. Сварочные трансформаторы</b>					
15	Тема 1. Общие сведения	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
16	Тема 2. Виды сварочных трансформаторов	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
17	Тема 3. Основные сведения о трансформаторах	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	УО-1 УО-4 ПР-11
			умеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
			владеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
18	Тема 4. Конструкции сварочных трансформаторов	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1 ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
19	Тема 5. Трансформаторы для сварки трёхфазной дугой	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1 ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
20	Тема 6. Параллельное включение сварочных трансформаторов	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	УО-1 УО-4 ПР-11
			умеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
			владеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
<b>Раздел IV. Элементная база источников питания</b>					
21	Тема 1. Основные полупроводниковые приборы	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1 ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
22	Тема 2. Усилители электрических сигналов	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
23	Тема 3. Импульсные устройства	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1 ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
<b>Раздел V. Регуляторы переменного тока (Тиристорные трансформаторы)</b>					
24	Тема 1. Общие сведения	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
25	Тема 2. Принципы фазового управления	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	УО-1 ПР-11
			умеет	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
			владеет	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
26	Тема 3. Схемы тиристорных сварочных трансформаторов	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	УО-1 УО-4 ПР-11
			умеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
			владеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
27	Тема 4. Циклоконверторный трансформатор	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
28	Тема 5. Ступенчатый регулятор	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
<b>Раздел VI. Сварочные выпрямители</b>					
29	Тема 1. Общие сведения	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	

30	Тема 2. Базовые схемы неуправляемых выпрямителей	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	УО-1 УО-4 ПР-11
			умеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
			владеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
31	Тема 3. Управляемые (тиристорные) выпрямители	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
32	Тема 4. Характеристики управляемых выпрямителей	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1 ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
<b>Раздел VII. Инверторные источники питания</b>					
33	Тема 1. Общие сведения	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
34	Тема 2. Классификация инверторных источников питания	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1 ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
35	Тема 3. Принципы построения инверторных источников	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1 ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
36	Тема 4. Примеры схем инверторных источников	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	УО-1 УО-4 ПР-11
			умеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
			владеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
<b>Раздел VIII. Инверторные источники питания</b>					
37	Тема 1. Осцилляторы	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1 ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
38	Тема 2. Импульсные возбудители дуги	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	УО-1 УО-4 ПР-11
			умеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
			владеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
39	Тема 3. Устройство поджига дуги	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1 ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
40	Тема 4. Стабилизатор сварочной дуги	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1 ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
41	Тема 5. Возбудитель – стабилизатор	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	УО-1 УО-4 ПР-11
			умеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
			владеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
42	Тема 6. Устройства подавления постоянной составляющей	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	УО-1 УО-4 ПР-11
			умеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
			владеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
43	Тема 7. Блок нарастания тока и заварки кратера	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1 ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	

Расшифровка кодировок оценочных средств (ОС)				
№ п/п	Код ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	УО-1	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объёма знаний обучающегося по определённому разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	УО-4	Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты	Оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения	Перечень дискуссионных тем для проведения круглого стола, дискуссии, полемики, диспута, дебатов
3	ПР-6	Лабораторная работа	Средство для закрепления и практического освоения материала по определённому разделу.	Комплект лабораторных заданий
4	ПР-7	Конспект	Продукт самостоятельной работы обучающегося, отражающий основные идеи заслушанной лекции, сообщения и т.д.	Темы/разделы дисциплины
5	ПР-11	Кейс задача	Проблемное задание, в котором обучающемуся предлагается осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы.	Задания для решения кейс-задачи
6	ПР-11	Разноуровневые задачи и задания	Различают задачи и задания: а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определённого раздела дисциплины; б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; в) творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.	Комплект разноуровневых задач и заданий

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## У. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература (электронные и печатные издания)

1. Лукьянов В.Ф. Нормативная база технического регулирования в сварочном производстве: Учебное пособие. - Ростов-на Дону: «Терра Принт», 2007. - 248 с. <http://svarka-ug.ru/downloads/НормативнаяБазаТехническогоРегулирования06.07.2008.pdf>
2. Милютин, В.С. Источники питания для сварки / В.С.Милютин, М. П. Шалимов, С. М. - М.: Айрис-Пресс, 2012.- 376 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:785412&theme=FEFU>
3. Быковский, О.Г. Справочник сварщика [Электронный ресурс] : справ. / О.Г. Быковский, В.Р. Петренко, В.В. Пешков. — Электрон. дан. — Москва: Машиностроение, 2011. — 336 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2012> — Загл. с экрана.
4. Воронин, А.И. Трансформаторы и дроссели источников питания электронных устройств [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.И. Воронин, Г.А. Шадрин. — Электрон. дан. — Москва: ТУСУР, 2009. — 145 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/10935> — Загл. с экрана.
5. Лупачев, В.Г. Источники питания сварочной дуги [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Г. Лупачев, С.В. Болотов. — Электрон. дан. — Минск: "Вышэйшая школа", 2014. — 207 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/65556> — Загл. с экрана.

**Дополнительная литература**  
(печатные и электронные издания)

1. Браткова, О. Н. Источники питания сварочной дуги. - М.: Изд-во Высш. школа, 1982.- 181 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:698679&theme=FEFU>
2. Володин, В.Я. Создаем современные сварочные аппараты [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва: ДМК Пресс, 2011. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/907> — Загл. с экрана.
3. Шрайбер, Г. 300 схем источников питания. Выпрямители. Импульсные источники питания. Линейные стабилизаторы и преобразователи [Электронный ресурс]: сб. — Электрон. дан. — Москва: ДМК Пресс, 2008. — 224 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/835> — Загл. с экрана.
4. Кашкаров, А.П. Оригинальные конструкции источников питания [Электронный ресурс] / А.П. Кашкаров, А.С. Колдунов. — Электрон. дан. — Москва: ДМК Пресс, 2010. — 160 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/902> — Загл. с экрана.
5. Микросхемы для современных импульсных источников питания [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва: ДМК Пресс, 2010. — 288 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/60920> — Загл. с экрана.
6. Микросхемы для современных импульсных источников питания - 2 [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва: ДМК Пресс, 2010. — 288 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/60925> — Загл. с экрана.
7. Микросхемы для импульсных источников питания - 3 [Электронный ресурс]: сб. — Электрон. дан. — Москва: ДМК Пресс, 2010. — 285 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/60943> — Загл. с экрана.
8. Мэк, Р. Импульсные источники питания. Теоретические основы проектирования и руководство по практическому применению [Электронный ресурс] : рук. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2010. — 272 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/60994> — Загл. с экрана.

9. Источники питания и оборудование для электрической сварки плавлением: учебник для среднего профессионального образования / В. С. Милютин, Р. Ф. Катаев. Москва: Академия, 2013, 357 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:785412&theme=FEFU>

### **Нормативно-правовые материалы**

1. Министерство энергетики Российской Федерации. Приказ от 8 июля 2002 г. №204 «Об утверждении глав правил устройства электроустановок».

2. ПОТ РО 14000-005-98 Департамент экономики машиностроения, Министерство экономики Российской Федерации от 19 февраля 1998 года «Положение. Работы с повышенной опасностью. Организация проведения».

3. ГОСТ 4.140-85 «Система показателей качества продукции. Оборудование электросварочное. Номенклатура показателей». - М.: Издательство стандартов,- 1988

4. ГОСТ Р МЭК 60974-1-2012 «Источники питания для дуговой сварки. Часть 1. Источники сварочного тока».- Москва: Стандартинформ,- 2012.

5. ГОСТ 10594-80 «Оборудование для дуговой, контактной, ультразвуковой сварки и для плазменной обработки. Ряды и параметры».

6. ГОСТ 13831-77 «Выпрямители однопостовые с падающими внешними характеристиками для дуговой сварки. Общие технические условия».- Москва: Стандартинформ, - 2004.

7. ОСТ 21-6-87 ССБТ. «Светофильтры стеклянные для защиты глаз от вредных излучений на производстве. Технические условия. Светофильтры, рекомендуемые при дуговых методах сварки».

## **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://weldering.com> – «Сварка и сварщик» форум сварщиков.
2. <http://websvarka.ru> - Форум сварщиков «ВебСварка»
3. <https://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система «Лань»
4. <https://www.dvfu.ru> - Официальный сайт ДВФУ
5. <https://cyberleninka.ru> - Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»
6. <http://apps.webofknowledge.com> - «Web of Science» Научная электронная библиотека, научный форум, публикационная система.

## **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом доступно следующее программное обеспечение:

- Офисный пакет приложений Microsoft Office 365;
- Сервис антивирусной защиты Eset NOD32;
- Сервис распознавания текста ABBYY FineReader;
- Система ТЕХЭКСПЕРТ;
- Справочно-правовая система КОНСУЛЬТАНТ ПЛЮС;
- Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений и одноимённый язык программирования Matlab Simulink 2015;
- Система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования MathCAD;
- Система автоматизированного проектирования и черчения AutoCAD 2015;

- Система автоматизированного проектирования КОМПАС 3D (САПР).

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом доступен электронный ресурс сайта ДВФУ (<https://www.dvfu.ru>):

- Научная библиотека ДВФУ (<https://www.dvfu.ru/library>);
- Портал ДВФУ (<https://ip.dvfu.ru>);
- Система электронных курсов ДВФУ Blackboard Learn (<https://bb.dvfu.ru>);
- Электронная почта ДВФУ (<http://mail.dvfu.ru>);
- Техническая поддержка ИТ-сервисов ДВФУ (<https://www.dvfu.ru/support>).

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Цель методических рекомендаций - обеспечить студенту оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

### **Время, отведённое на реализацию дисциплины**

Теоретическая часть курса, проводимая в аудиториях/лабораториях ДВФУ (с преподавателем/руководителем) – 16/6 часов, в том числе с использованием интерактивных методов (МАО) – 2/2 часа.

Практическая часть курса, проводимая в аудиториях/лабораториях ДВФУ (с преподавателем/руководителем) – 32/12 часа, в том числе с использованием интерактивных методов (МАО) – 8/4 часов.

Всего часов аудиторной нагрузки (с преподавателем/руководителем) – 48/18 часов, в том числе с использованием интерактивных методов (МАО) – 10/6 часов.

Время на самостоятельную работу (без преподавателя/руководителя) как теоретической, так и практической частей курса – 96/126 часа.

### **Методические указания студентам по освоению дисциплины**

#### **Общая рекомендация**

Студентам необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы учебной дисциплины (далее - РПУД), с целями и задачами дисциплины, её связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине, имеющимся на образовательном портале и сайте кафедры, с графиком консультаций преподавателей кафедры.

## **Рекомендация по процессу обучения**

Обучение по рабочей программе учебной дисциплины «Источники питания в сварочном производстве» направления подготовки 15.03.01 Машиностроение, профиль «Оборудование и технология сварочного производства» предполагает изучение курса на аудиторных занятиях (лекции, практические и лабораторные работы) и самостоятельной работы студентов. С целью обеспечения успешного обучения студент должен готовиться к лекции, поскольку она является важнейшей формой организации учебного процесса, поскольку:

- знакомит с новым учебным материалом;
- разъясняет учебные элементы, трудные для понимания;
- систематизирует учебный материал;
- ориентирует в учебном процессе.

Подготовка к лекции заключается в следующем:

- внимательно прочитайте материал предыдущей лекции;
- узнайте тему предстоящей лекции (по тематическому плану, по информации лектора);
- ознакомьтесь с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям;
- постарайтесь уяснить место изучаемой темы в своей профессиональной подготовке;
- запишите возможные вопросы, которые вы зададите лектору на лекции.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам:

- внимательно прочитайте материал лекций относящихся к данным практическим / лабораторным занятиям, ознакомьтесь с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям;
- выпишите основные термины, принципы, формулы;

- ответьте на контрольные вопросы по практическим / лабораторным занятиям, готовьтесь дать развёрнутый ответ на каждый из вопросов;
- уясните, какие учебные элементы остались для вас неясными и постарайтесь получить на них ответ заранее (до практического / лабораторного занятия) во время текущих консультаций преподавателя;
- готовиться можно индивидуально, парами или в составе малой группы, последние являются эффективными формами работы;
- рабочая программа дисциплины в части целей, перечню знаний, умений, терминов и учебных вопросов может быть использована вами в качестве ориентира в организации обучения.

Подготовка к экзамену / зачёту.

К экзамену / зачёту необходимо готовиться целенаправленно, регулярно, систематически и с первых дней обучения по данной дисциплине.

Попытки освоить дисциплину в период зачётно-экзаменационной сессии, как правило, показывают не слишком удовлетворительные результаты.

В самом начале учебного курса познакомьтесь со следующей учебно-методической документацией:

- программой дисциплины;
- перечнем знаний и умений, которыми студент должен владеть;
- тематическими планами лекций, семинарских занятий;
- контрольными мероприятиями;
- учебником, учебными пособиями по дисциплине, а также электронными ресурсами;
- перечнем экзаменационных вопросов.

После этого у вас должно сформироваться чёткое представление об объёме и характере знаний и умений, которыми надо будет овладеть по дисциплине. Систематическое выполнение учебной работы на лекциях и прак-

тических / лабораторных занятиях позволит успешно освоить дисциплину и создать хорошую базу для сдачи экзамена / зачёта.

### **Рекомендации по выполнению различных форм самостоятельных работ (домашних заданий)**

Самостоятельная работа студентов включает в себя выполнение различного рода заданий, которые ориентированы на более глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины. По каждой теме учебной дисциплины студентам предлагается перечень заданий для самостоятельной работы.

К выполнению заданий для самостоятельной работы предъявляются следующие требования: задания должны исполняться самостоятельно и представляться в установленный срок, а также соответствовать установленным требованиям по оформлению.

Студентам следует:

- руководствоваться графиком самостоятельной работы, определённым РПУД и системой рейтингового оценивания (БРС);
- выполнять все плановые задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельного выполнения, и разбирать в установленное время на занятиях, консультациях неясные вопросы;
- использовать при подготовке нормативные документы ДВФУ, а именно, Процедура, Требования к выполнению письменных работ в ДВФУ от 17 ноября 2011 г, также ГОСТ 2.105 Единая система конструкторской документации (ЕСКД).
- при подготовке к экзамену / зачёту параллельно прорабатывать соответствующие теоретические и практические разделы дисциплины, фиксируя неясные моменты для их обсуждения на плановой консультации.

## **Рекомендации по работе с информационными источниками**

Работа с информацией – процесс нахождения знаний (информации) о причинах возникновения проблем, применённых инженерных решений/идей, современного состояния объекта исследования.

Поиск информации по дисциплине и её дальнейшей обработки следует начинать с:

- проработки тематического плана – теоретическая и практическая части курса;
- классификации информационного материала;
- составления логической схемы основных понятий, категорий, связей между рассматриваемыми темами;
- составления новой библиографии, при неудовлетворении предложенной.
- реферирования – краткое, основное содержание одной и более работ по теме.
- конспектирования – детальное изложение главных положений и концептуальных идей.
- аннотирования (аннотация) – краткое, предельно сжатое изложение основного содержания литературных источников.
- цитирования - дословная запись высказываний, выражений автора, а также приведение в тексте работы фактических и статистических данных, содержащихся в литературных источниках.

Для реализации информации в письменном/машинно-печатном виде необходимо выполнять общепринятые требования по оформлению - ГОСТ 2.105 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам; Процедура. Требования к выполнению письменных работ в ДВФУ от 17 ноября 2011 г.

## **Рекомендации по подготовке к текущей/промежуточной аттестации**

Успешное освоение программы курса предполагает:

- усвоение теоретической части курса;
- выполнение требований преподавателя (руководителя), установленных преподавателем (руководителем) в рамках профессиональной деятельности сотрудника ДВФУ;
- выполнение практической части курса (практические задания/лабораторные работы/тесты/контрольные мероприятия и др.).

**Методические указания**  
**по проведению практических занятий**  
по дисциплине Источники питания в сварочном производстве

**Занятие 1. Расчёт электрических цепей**

Определение параметров схемы замещения системы «Источник питания - Электрическая дуга».

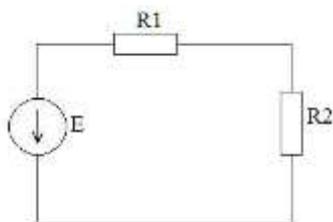
**Цель занятия:**

Сформировать умение применять на практике полученные ранее знания и закрепить основные понятия по предмету.

**Задача 1**

Напряжение переменного тока в цепи  $U = 220$  В. Чему равно действующее и среднее значения этого напряжения?

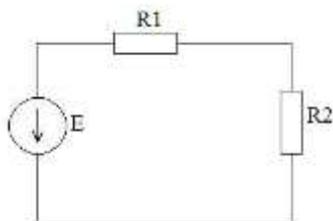
**Задача 2**



$E=100$ В,  $R_1=20$  Ом,  $R_2=30$  Ом.

Определить  $Z$ ,  $U_2$ .

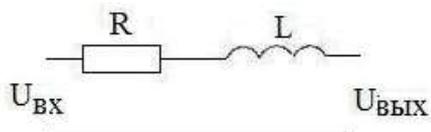
**Задача 3**



$R_1=10$  Ом,  $R_2=40$  Ом,  $U_2=20$  В.

Определить  $E$ .

**Задача 4**



$R=100$  Ом,  $L=0,5$  Гн,  $f=50$  Гц.

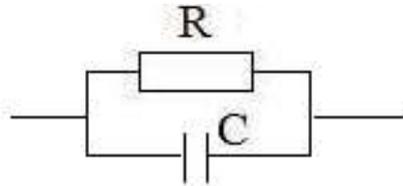
Определить полное сопротивление  $Z$ , значение полной, активной и реактивной мощностей,  $\cos \varphi$  при  $U_{\text{вх}}=200$  В.

### Задача 5

В цепи переменного тока частотой 50 Гц включены активное сопротивление  $R=4$  Ом и индуктивность  $L=0.32$  Гн. ЭДС источника  $E=40$ В.

Определить значение потребляемой мощности ( $P$ ).

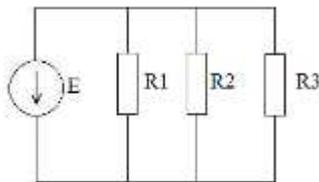
### Задача 6



$R=100$  Ом,  $C=10$  мкФ,  $f=50$  Гц.

Определить полное сопротивление  $Z$ .

### Задача 7



$E=50$ В,  $R_1=10$  Ом,  $R_2=20$  Ом,  $R_3=40$  Ом.

Определить общие ток и сопротивление.

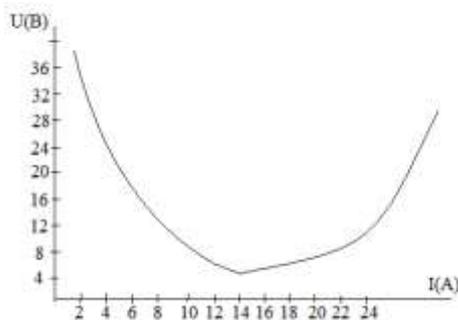
### Задача 8

Определить изменение сопротивления проводника при увеличении его длины и диаметра в два раза.

### Задача 9

Определить общее сопротивление цепи переменного тока с  $f=50$  Гц, содержащее последовательное соединение резистора сопротивлением 10 Ом и индуктивность  $L=0.01$  Гн. (10.48 Ом)

### Задача 10



При  $U=32$ В и  $I=24$ А построить линию нагрузки.

Определить в точках пересечения ВАХ и ЛН статическое и динамическое сопротивления.

### Задача 11

Определить МАХ ток, если сечение медного провода  $20 \text{ мм}^2$ .

### Задача 12

Определить общее сопротивление сварочной цепи при  $U_d=32\text{В}$ ,  $I_d=300\text{А}$ , длине кабеля  $25 \text{ м}$  диаметром  $16 \text{ мм}$ .

( $\rho_m=0.0175 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$ ,  $\rho_{al}=0.028$ ,  $\rho_{ж}=0.1$ ,  $\rho_{ст}=0.12$ ,  $\rho_w=0.05$ )

Удельное сопротивление угольного электрода ( $\text{мкОм}\cdot\text{м}$ ) марки СК 75,85,90 ( $d=4, 6-8,10$ ), марки ВДК 100.

Закон Джоуля-Ленца  $Q = I^2Rt=(U^2/R) t = UIt$  (Дж, Вт·сек).

### Задача 13

Определить количество теплоты нагрева медного провода длиной  $8 \text{ м}$  сечением  $16 \text{ мм}^2$  током  $100 \text{ А}$  за  $10 \text{ сек}$ .

### Критерии оценки:

**100 баллов** выставляется студенту, если выполнено следующее:

**50 баллов**, если ответ/решение студента показывает глубокое и систематическое знание структуры конкретного вопроса/задачи.

**20 баллов**, если студент демонстрирует отчётливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области.

**30 баллов**, если студент дал логически корректное и убедительное изложение ответа/решение задачи.

Составитель \_\_\_\_\_ И.О.Фамилия

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Методические указания**  
**по проведению практических занятий**  
по дисциплине Источники питания в сварочном производстве

**Занятие 2. Расчёт электрических параметров сварочной дуги**

Определение параметров сварочной дуги.

**Цель занятия:**

Сформировать умение применять на практике полученные ранее знания и закрепить основные понятия по предмету.

**Задача 1**

Определить значение сварочного тока стальными электродами при диаметре электрода  $d=5$  мм.

**Задача 2**

Подобрать диаметр электрода и определить необходимый сварочный ток для сварки стального листа толщиной  $\Delta=15$  мм в верхнем положении

**Задача 3**

Подобрать диаметр электрода и определить необходимый сварочный ток для сварки стального листа толщиной  $\Delta=25$  мм в нижнем положении

**Задача 4**

Определить напряжение дуги при токе  $I_d=300$  А при сварке на воздухе.

**Задача 5**

Определить напряжение дуги при токе  $I_d=300$  А при сварке в среде углекислого газа

**Задача 6**

Определить напряжение дуги при токе  $I_d=300$  А при сварке в среде аргона.

### Задача 7

Активное сопротивление источника  $R_{и}=0.1$  Ом, индуктивность источника  $L=0.001$  Гн, напряжение дуги  $U_{д}=28$ В, ток дуги  $I_{д}=200$ А.

Определить ЭДС источника питания, ток короткого замыкания источника.

### Задача 8

Определить напряжение дуги при РДС листа толщиной 5мм.

### Задача 9

Определить полную тепловую мощность дуги в воздухе при  $I_{д}=100$  А постоянного тока.

### Задача 10

Определить падение напряжения на сварочном кабеле длиной  $L=8$  м и диаметром  $d=16$  мм<sup>2</sup> при токе  $I_{д}=100$ А. Учесть обратный провод.

### Критерии оценки:

**100 баллов** выставляется студенту, если выполнено следующее:

**50 баллов**, если ответ/решение студента показывает глубокое и систематическое знание структуры конкретного вопроса/задачи.

**20 баллов**, если студент демонстрирует отчётливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области.

**30 баллов**, если студент дал логически корректное и убедительное изложение ответа/решение задачи.

Составитель \_\_\_\_\_ И.О.Фамилия

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Методические указания**  
**по проведению практических занятий**  
по дисциплине Источники питания в сварочном производстве

**Занятие 3. Расчёт электрических параметров трансформатора и дросселя**

Определение параметров трансформатора.

**Цель занятия:**

Сформировать умение применять на практике полученные ранее знания и закрепить основные понятия по предмету.

**Задача 1**

Напряжение холостого хода трансформатора  $U_{20}=60\text{В}$ , падение напряжения на трансформаторе составляет 10%. Определить значение сварочного тока.

**Задача 2**

Полная мощность трансформатора  $S_H=22\text{ кВА}$ ,  $U_1=220\text{ В}$ ,  $U_2=100\text{ В}$ ,  $u_k\%=5$ . Определить  $K_{тр}$ ,  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $U_{1к}$ .

**Задача 3**

Полная мощность трёхфазного трансформатора  $S_H=50\text{ кВА}$ ,  $U_1=380\text{ В}$ ,  $K_{тр}=4$ ,  $u_k\%=10$ . Определить  $U_2$ ,  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $U_{1к}$

**Задача 4**

$S_H=10\text{ кВА}$ ,  $U_1=220\text{ В}$ ,  $U_2=50\text{ В}$ ,  $\cos\varphi_2=0.8$ ,  $P_o=0.5\text{ кВт}$ ,  $P_k=2\text{ кВт}$ . Определить КПД при коэффициентах нагрузки 0.5, 0.8, 1.0.

**Задача 5**

$S_H=20\text{ кВА}$ ,  $U_1=200\text{ В}$ ,  $K_{тр}=5$ . Определить  $I_{2н}$ .

**Задача 6**

$U_1=220\text{В}$ ,  $U_2=44\text{В}$ ,  $I_{2н}=200\text{ А}$ . Определить  $S_H$ ,  $I_1$ .

### Задача 7

Определить количество витков обмоток трансформатора и диаметры проводов при  $I_{св}=200\text{А}$  и  $U_c=220\text{В}$ .

### Задача 8

Определить плотность тока в обмотках трансформатора при ПН=20% и допустимой плотности тока  $J=3.5\text{ А/мм}^2$ . Где  $J_m$  - плотность тока, величина которой зависит от режима работы и материала проводов.

Максимальное значение при ПН=100% составляет для меди  $J_m=8\text{ А/мм}^2$ ,  $J_m=5\text{ А/мм}^2$  для алюминия,  $J_m=6.5\text{ А/мм}^2$  для комбинированной медно-алюминиевой обмотки.

1. Первичная обмотка, выполненная медным проводом при рабочем ПН
2. Вторичная обмотка, выполненная алюминиевым проводом

### Задача 9

Номинальный ток дуги  $I_{св}=200\text{ А}$ , напряжение холостого хода вторичной обмотки трансформатора  $U_{20}=40\text{ В}$ , падение напряжение на трансформаторе  $\Delta U_{тр}=6\text{ В}$ . Определить индуктивность дросселя, при которой обеспечивается заданный ток дуги.

### Задача 10

Напряжение сети  $U_c=220\text{ В}$ , ток дуги  $I=200-500\text{ А}$ ,  $u_{к\%}=5$ ,  $\cos\varphi_k=0.2$ . Определить для минимального и максимального тока мощность короткого замыкания и сравнить значения мощностей.

### Задача 11

#### Исходные данные:

- номинальный сварочный ток  $I_d=200\text{А}$ ;
- напряжение сети  $U_c=220\text{В}$ ;
- напряжение короткого замыкания трансформатора  $u_{к\%}=5$ ;
- коэффициент мощности выходной цепи  $\cos\varphi_2=0.8$ ;
- мощность короткого замыкания трансформатора  $P_k=65\text{ Вт}$ .

Определить внутреннее сопротивление и  $\cos\varphi_k$  трансформатора:

1. Рабочее напряжение дуги
2. Напряжение короткого замыкания трансформатора
3. Коэффициент трансформации
4. Номинальный ток первичной обмотки
5. Полное сопротивление индуктивности трансформатора
  - 5.1. Активное сопротивление трансформатора
  - 5.2. Индуктивное сопротивление
  - 5.3.  $\cos\varphi_k = 0.1/0.43 = 0.25$ .

**Критерии оценки:**

**100 баллов** выставляется студенту, если выполнено следующее:

**50 баллов**, если ответ/решение студента показывает глубокое и систематическое знание структуры конкретного вопроса/задачи.

**20 баллов**, если студент демонстрирует отчётливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области.

**30 баллов**, если студент дал логически корректное и убедительное изложение ответа/решения задачи.

Составитель \_\_\_\_\_ И.О.Фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Методические указания**  
**по проведению практических занятий**  
по дисциплине Источники питания в сварочном производстве

#### **Занятие 4. Внешняя характеристика трансформатора**

Определение параметров трансформатора.

##### **Цель занятия:**

Сформировать умение применять на практике полученные ранее знания и закрепить основные понятия по предмету.

##### **Групповое задание**

Рассчитать и построить внешнюю характеристику сварочного трансформатора по приведённым параметрам при напряжении сети  $U_c=220$  В для сварки ММА на открытом воздухе.

Вариант задания соответствует последней цифре номера зачётной книжки (вариант 10 соответствует цифре 0).

**Таблица 1.** Варианты для группового практического задания

Вариант	$I_{\text{дном}}, \text{А}$	$U_k \%$	$U_{20}, \text{В}$	$U_{\text{д}}, \text{В}$	ПН, %	$\cos \varphi_2$	$P_k, \text{Вт}$
1	100	6,5	36	24	20	0,2	72
2	150	6,0	42	28	22	0,25	75
3	200	5,5	48	30	24	0,3	80
4	250	5,0	50	32	25	0,2	150
5	300	4,5	50	34	30	0,25	200
6	350	4,0	56	36	30	0,3	240
7	400	4,0	60	38	30	0,2	300
8	450	3,5	60	40	55	0,25	400
9	500	3,0	64	42	30	0,3	420
10	200	3,0	64	44	30	0,25	500

1. Рабочее напряжение дуги  $U_d = 20 + 0,04 \cdot I_d$

2. Расчётная мощность трансформатора

$$S_n = U_{2.} \cdot I_{д.макс} \sqrt{\frac{ПВ\%}{100}}$$

3. Коэффициент трансформации

$$n_{тр} = \frac{U_1}{U_2}$$

4. Номинальный ток первичной обмотки

$$I_1 = \frac{I_2}{K_{mp}}$$

5. Напряжение короткого замыкания трансформатора

$$U_k = u_{кз\%} \cdot \frac{U_1}{100}$$

6. Сопротивления трансформатора

6.1. Полное сопротивление индуктивности трансформатора

$$Z_k = \frac{U_{k1}}{I_1}$$

6.2. Активное сопротивление трансформатора

$$R_k = \frac{P_k}{mI_1^2}$$

6.3. Индуктивное сопротивление

$$X_k = \sqrt{Z_k^2 - R_k^2} = Z_k \cdot \sin \varphi_k,$$

$$X_k = \frac{U_{k\%} \cdot U_1^2}{S_{ном}}$$

6.4. Коэффициент мощности короткого замыкания

$$\cos \varphi_k = R_k / Z_k.$$

7. Падения напряжения в обмотках трансформатора

7.1. Активная составляющая

$$U_{ка} = I_1 \cdot R_k = U_k \cdot \cos\varphi_k,$$

7.2. Реактивная составляющая

$$U_{кр} = I_1 \cdot X_k = U_k \cdot \sin\varphi_k.$$

$$U_{кр} = \sqrt{U_k^2 - U_{ка}^2}.$$

8. Падение напряжения на трансформаторе

$$\Delta U = K_n \cdot (U_{ка} \cdot \cos\varphi^2 + U_{кр} \cdot \sin\varphi^2),$$

где  $K_n$  – коэффициент нагрузки трансформатора.

9. Выходное напряжение холостого хода

$$U_{20} = U_2 + \Delta U = U_d + \Delta U.$$

10. Ток короткого замыкания выходной цепи трансформатора

$$I_{2k} = \frac{I_1}{u_{кз} \%} \cdot 100.$$

**Критерии оценки:**

**100 баллов** выставляется студенту, если выполнено следующее:

**50 баллов**, если ответ/решение студента показывает глубокое и систематическое знание структуры конкретного вопроса/задачи.

**20 баллов**, если студент демонстрирует отчётливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области.

**30 баллов**, если студент дал логически корректное и убедительное изложение ответа/решение задачи.

Составитель \_\_\_\_\_ И.О.Фамилия

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Методические указания**  
**по проведению практических занятий**  
по дисциплине Источники питания в сварочном производстве

**Занятие 5. Анализ работы тиристорного трансформатора**

Определение параметров тиристорного трансформатора.

**Цель занятия:**

Сформировать умение применять на практике полученные ранее знания и закрепить основные понятия по предмету.

**Задача 1**

Напряжение сети  $U_c = 200$  В, угол включения тиристоров трансформатора  $\alpha = 60^\circ$  ( $30^\circ$ ,  $90^\circ$ ).

Определить напряжение первичной обмотки трансформатора  $U_1$ .

**Задача 2**

Напряжение сети  $U_c = 200$  В, угол включения тиристоров трансформатора  $\alpha = 30^\circ$ . Коэффициент трансформации  $K_{тр} = 5$ .

Определить напряжение вторичной обмотки трансформатора  $U_2$ .

**Задача 3**

Ток дуги  $I_d = 200$  А, напряжение сети  $U_c = 220$  В, падение напряжения в трансформаторе  $U_{тр} = 10$  В,  $K_{тр} = 4$ .

Определить необходимый угол включения тиристоров.

**Задача 4**

Напряжение сети  $U_c = 220$  В, сопротивление нагрузки  $R_n = 2$  Ом, угол включения тиристоров трансформатора  $\alpha = 60^\circ$ . Определить ток в нагрузке

**Задача 5**

Напряжение нижней части вторичной обмотки трансформатора ступенчатого регулятора  $U_{21} = 42$  В, верхней части  $U_{22} = 60$  В. Определить напряжение на нагрузке при углах включения тиристоров  $\alpha_{11} = 30^\circ$  и  $\alpha_{21} = 60^\circ$

### Задача 6

Напряжение вторичной обмотки трансформатора двухстороннего регулятора  $U_2=42$  В. Определить напряжение на нагрузке при углах включения тиристоров  $\alpha_1=\alpha_2=30^\circ$ .

### Задача 7

Ток дуги  $I_d = 200$  А, напряжение сети  $U_c = 220$ В,  $K_{тр} = 4$ , угол включения тиристоров  $\alpha=30^\circ$ . Определить среднее и действующее значения токов тиристоров. Ток в первичной обмотке трансформатора. Среднее значение тока тиристора. Действующее значение тока тиристора.

### Критерии оценки:

**100 баллов** выставляется студенту, если выполнено следующее:

**50 баллов**, если ответ/решение студента показывает глубокое и систематическое знание структуры конкретного вопроса/задачи.

**20 баллов**, если студент демонстрирует отчётливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области.

**30 баллов**, если студент дал логически корректное и убедительное изложение ответа/решение задачи.

Составитель \_\_\_\_\_ И.О.Фамилия

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Методические указания**  
**по проведению практических занятий**  
по дисциплине Источники питания в сварочном производстве

**Занятие 6. Расчёт однофазных и трёхфазных выпрямителей**

Определение параметров тиристорного трансформатора.

**Цель занятия:**

Сформировать умение применять на практике полученные ранее знания и закрепить основные понятия по предмету.

**Задача 1**

Определить параметры вентилей однофазной схемы выпрямления при  $U_H=60$  В,  $I_H=100$  А:

- с выводом средней точки трансформатора;
- мостовой;
- трёхфазной однотактной схемы.

**Задача 2**

Определить параметры трансформатора однофазной схемы выпрямления при  $U_H=80$  В,  $I_H=150$  А и  $U_c=220$  В:

- с выводом средней точки трансформатора
- трёхфазной мостовой схемы при  $U_H=80$  В,  $I_H=150$  А и  $U_c=380$  В

**Задача 3**

В мостовой схеме выпрямителя при сопротивлении нагрузки  $R_H = 5$  Ом постоянное напряжение  $U_0 = 40$  В. Проверить возможность использование диода с параметрами  $U_{обр} = 100$  В и ток  $I_0 = 4$  А.

**Задача 4**

Для двухфазной схемы выпрямителя определить выпрямленное напряжение  $U_0$ , если напряжение первичной обмотки трансформатора  $U_1 = 220$  В при коэффициенте трансформации  $k_{тр} = 5$ .

### Задача 5

В схеме двухфазного выпрямителя обратное напряжение диодов составляет  $U_{обр} = 188.4$  В. Определить выпрямленное напряжение на нагрузке  $U_0$ .

### Задача 6

Номинальный ток дуги  $I_{св}=50-200$  А, ток удержания дуги  $I_{уд}=10$  А. Определить необходимую индуктивность фильтра:

- Напряжение дуги.
- Для обеспечения коэффициента сглаживания  $K_{сгл}=500$ .
- Для обеспечения непрерывности тока.

Определить индуктивность дросселя, при которой обеспечивается ток удержания дуги.

### Задача 7

Определить значение выходного напряжения однофазной мостовой схемы выпрямления при  $U_2=80$  В и угле включения тиристоров  $\alpha=60^\circ$ .

### Задача 8

Определить значение выходного напряжения однофазной мостовой схемы выпрямления при  $U_2=80$  В, наличии индуктивности фильтра и угле включения тиристоров  $\alpha=60^\circ$ .

### Задача 9

Вентили выпрямителя имеют  $U_{обр}=100$ В,  $I_a=200$ А. Определить значения выпрямленного напряжения, тока и мощности для однофазной (трёхфазной) мостовой схемы выпрямления.

Однофазная схема. Ток нагрузки, напряжение на нагрузке, мощность нагрузки.

Трёхфазная схема. Ток нагрузки, напряжение на нагрузке, мощность нагрузки.

### Задача 10

Напряжение вторичной обмотки трансформатора однофазного мостового выпрямителя  $U_2=100$  В. При каком значении угла включения тиристора  $\alpha$  выходное напряжение  $U_n$  будет равно 50 В.

Средневыпрямленное значение напряжения определяется выражением

$$U_n = \frac{0,9U_2 \cdot (1 + \cos \alpha)}{2}$$

### Задача 11

По условию предыдущей задачи (Задача 10) определить угол включения тиристорov, при котором выходное напряжение однофазного мостового выпрямителя при наличии дросселя будет равно 50 В.

### Задача 12

Номинальное напряжение дуги  $U_d=48$  В, сварочный ток  $I_{св}=100$ А, угол включения тиристорov  $\alpha=45^\circ$ , минимальный угол включения  $\alpha_{\min}=30^\circ$ .

Определить:

- действующее значение тока вторичной обмотки трансформатора  $I_2$ ,
- среднее значение тока тиристора  $I_a$ ,
- действующее значение тока тиристора  $I$ ,
- максимально допустимое обратное напряжение на диоде  $U_{обр}$ ,
- минимальное действующее значение напряжения на вторичной обмотке трансформатора при максимальном токе нагрузки  $U_{2 \min}$ .

### Задача 13

Амплитуда импульса равна 20 В, длительность импульса  $t_{и}=100$  мкс, частота импульсов  $f=5$  кГц. Определить среднее значения выходного напряжения.

#### Задача 14

Инвертор с самовозбуждением имеет следующие параметры трансформатора:  $W_K=100$  вит.,  $B_m=0,25$ Тл.,  $S_{mag}=1$ см<sup>2</sup>. Определить частоту преобразования инвертора при  $U_1=10$ В.

#### Задача 15

Определить необходимую длительность импульса для обеспечения на выходе инвертора среднего напряжения  $U_{cp}=36$  В при входном напряжении 72 В и периоде 100 мкс.

#### Критерии оценки:

**100 баллов** выставляется студенту, если выполнено следующее:

**50 баллов**, если ответ/решение студента показывает глубокое и систематическое знание структуры конкретного вопроса/задачи.

**20 баллов**, если студент демонстрирует отчётливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области.

**30 баллов**, если студент дал логически корректное и убедительное изложение ответа/решение задачи.

Составитель \_\_\_\_\_ И.О.Фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Освоение теоретической части дисциплины предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

- мультимедийная аудитория (состоит из интегрированных инженерных систем воспроизведения / визуализации / хранения / передачи электронной информации с единой системой управления) вместимостью до 30 человек. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, интерактивной трибуны преподавателя (монитор 22", персональный компьютер с широкополосным доступом в сеть интернет). Компьютерное оборудование должно иметь соответствующее лицензионное программное обеспечение.
- учебная аудитория.

Для практической части курса предполагается использовать лаборатории и помещения кафедры, последнее - аудиторный резерв кафедры.

К лабораториям относятся:

- «лаборатория сварочных технологий и оборудования»;
- «лаборатория специальных методов сварки».

Применяемое оборудование для теоретического курса

Демонстрационный вариант:

- Сварочный источник Форсаж-315М инверторного типа;
- Машина контактной точечной сварки МТ-501;
- Полуавтомат сварочный ПДГ-351 (380В).

Применяемое оборудование для практического курса

Рабочий вариант:

- Сварочный источник ВДУ-601С;
- Полуавтомат сварочный ПДГ-203 (380В);
- Блок измерительный БИ-01;
- Аргонодуговая установка УДГУ-351 (380В. АС/DC);
- Сварочный источник ВДУ-506С в комплекте с подающим механизмом ПДГО-510-5.

**Аудиторные помещения и лаборатории располагаются по адресам:**

- г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, корпуса L.
- г. Владивосток, ул. Пушкинская, д. 10, ауд. 022/1-022/9, 032/1.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**  
по дисциплине **«Источники питания в сварочном производстве»**  
Направление подготовки **15.03.01 Машиностроение**  
профиль **«Оборудование и технология сварочного производства»**  
Форма подготовки **очная/ заочная**

Владивосток  
2016

## План-график выполнений самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения		Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
	Очн. (6 семестр)	Заочн. (4 курс)			
<b>МОДУЛЬ I. Источники питания</b>					
1	с 1 – по 9 неделю	с 1 – по 6 неделю; с 9 – по 17 неделю.	Освоение Раздела 1, 2, 3, 4 (23 темы); Освоение интерактивных лекций; Подготовка к контрольным мероприятиям; Подготовка к выполнению практических занятий №1, №2, №3; Подготовка к выполнению лабораторных работ №1, №2, №3, №4; Освоение части активного обучения. Подготовка и сдача отчётов.	48/63	УО-1 УО-4 ПР-7 ПР-11
2	с 9 – по 18 неделю	с 20 – по 29 неделю; с 35 – по 40 неделю.	Освоение Раздела 5, 6, 7, 8 (20 тем); Освоение интерактивных лекций; Подготовка к контрольным мероприятиям; Подготовка к выполнению практических занятий №4, №5, №6; Подготовка к выполнению лабораторных работ №5, №6, №7; Освоение части активного обучения. Подготовка и сдача отчётов.	48/63	УО-1 УО-4 ПР-7 ПР-11
3	С 19 – по 21 неделю	С 7 –по 8 неделю; с 30 – по 34 неделю.	Подготовка к зачёту, и сдача (в период экзаменационной сессии)	-/-	Зачёт
<b>Итого</b>				<b>96/126 час.</b>	



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Источники питания в сварочном производстве»**  
**Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение**  
**профиль «Оборудование и технология сварочного производства»**  
**Форма подготовки (очная/ заочная)**

Владивосток  
2016

**Паспорт  
Фонда оценочных средств  
по дисциплине Источники питания в сварочном производстве**

Код и формулировка компетенции	Этапы формулировки компетенции	
<b>ПК-14</b> - способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции.	<b>Знает</b>	Технологии эксплуатации современных источников питания для сварки; Производить выбор технологического оборудования в соответствии с поставленной задачей; Определять условия эксплуатационной возможности источников питания.
	<b>Умеет</b>	Производить выбор источника питания и параметров режима его работы применительно к установленному технологическому процессу
	<b>Владеет</b>	Правилами безопасной эксплуатации сварочных источников питания
<b>ПК-15</b> - умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования.	<b>Знает</b>	Нормативные требования к источникам питания. Основные параметры и характеристики применяемого источника питания.
	<b>Умеет</b>	Определять техническое состояние источников питания
	<b>Владеет</b>	Определением технического состояния технологического оборудования для выполнения конкретной задачи

№ п/п	Контролируемые модули/разделы/ темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
<b>Модуль I. Источники питания</b>					
<b>Раздел I. Электрическая дуга</b>					
1	Тема 1. Электрический разряд в газе	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
2	Тема 2. Свойства электрической дуги	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
3	Тема 3. Параметры и вольтамперная характеристика дуги	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	УО-1 ПР-11
			умеет	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
			владеет	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
4	Тема 4. Классификация дуг	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
<b>Раздел II. Общие сведения об источниках питания</b>					
5	Тема 1. Основные функции источника питания	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
6	Тема 2. Основные требования к источникам	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	

7	Тема 3. Схема замещения системы источник питания – дуга	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	УО-1 ПР-11
			умеет	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
			владеет	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
8	Тема 4. Виды источников питания	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
9	Тема 5. Основные параметры источников питания	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	УО-1 ПР-11
			умеет	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
			владеет	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
10	Тема 6. Рабочие, сервисные и защитные функции	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1 ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
11	Тема 7. Режимы работы источников питания	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1 ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
12	Тема 8. Система обозначений типов источников питания	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	УО-1 ПР-11
			умеет	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
			владеет	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
13	Тема 9. Использование видов источников питания	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	УО-1 ПР-11
			умеет	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
			владеет	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
14	Тема 10. Общие требования охраны труда	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	УО-1 ПР-11
			умеет	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
			владеет	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
<b>Раздел III. Сварочные трансформаторы</b>					
15	Тема 1. Общие сведения	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
16	Тема 2. Виды сварочных трансформаторов	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
17	Тема 3. Основные сведения о трансформаторах	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	УО-1 УО-4 ПР-11
			умеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
			владеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
18	Тема 4. Конструкции сварочных трансформаторов	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1 ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	

19	Тема 5. Трансформаторы для сварки трёхфазной дугой	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1 ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
20	Тема 6. Параллельное включение сварочных трансформаторов	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	УО-1 УО-4 ПР-11
			умеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
			владеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
<b>Раздел IV. Элементная база источников питания</b>					
21	Тема 1. Основные полупроводниковые приборы	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1 ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
22	Тема 2. Усилители электрических сигналов	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
23	Тема 3. Импульсные устройства	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1 ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
<b>Раздел V. Регуляторы переменного тока (Тиристорные трансформаторы)</b>					
24	Тема 1. Общие сведения	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
25	Тема 2. Принципы фазового управления	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	УО-1 ПР-11
			умеет	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
			владеет	УО-1, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
26	Тема 3. Схемы тиристорных сварочных трансформаторов	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	УО-1 УО-4 ПР-11
			умеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
			владеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
27	Тема 4. Циклоконверторный трансформатор	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
28	Тема 5. Ступенчатый регулятор	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
<b>Раздел VI. Сварочные выпрямители</b>					
29	Тема 1. Общие сведения	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
30	Тема 2. Базовые схемы управляемых выпрямителей	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	УО-1 УО-4 ПР-11
			умеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
			владеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
31	Тема 3. Управляемые (тиристорные) выпрямители	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
32	Тема 4. Характеристики управляемых выпрямителей	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1 ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	

<b>Раздел VII. Инверторные источники питания</b>					
33	Тема 1. Общие сведения	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
34	Тема 2. Классификация инверторных источников питания	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1 ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
35	Тема 3. Принципы построения инверторных источников	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1 ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
36	Тема 4. Примеры схем инверторных источников	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	УО-1 УО-4 ПР-11
			умеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
			владеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
<b>Раздел VIII. Инверторные источники питания</b>					
37	Тема 1. Осцилляторы	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1 ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
38	Тема 2. Импульсные возбудители дуги	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	УО-1 УО-4 ПР-11
			умеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
			владеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
39	Тема 3. Устройство поджига дуги	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1 ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
40	Тема 4. Стабилизатор сварочной дуги	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1 ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	
41	Тема 5. Возбудитель – стабилизатор	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	УО-1 УО-4 ПР-11
			умеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
			владеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
42	Тема 6. Устройства подавления постоянной составляющей	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	УО-1 УО-4 ПР-11
			умеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
			владеет	УО-1, УО-4, ПР-7, ПР-6, ПР-11	
43	Тема 7. Блок нарастания тока и заварки кратера	ПК-14 ПК-15	знает	УО-1, ПР-7	УО-1 ПР-7
			умеет	УО-1, ПР-7	
			владеет	УО-1, ПР-7	

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

### **Критерий оценки (устный ответ)**

**100-85 баллов** - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

**85-76 - баллов** - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

**75-61 - балл** - оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

**60-50 баллов** - ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений,

процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьёзные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

### **Критерии оценки творческого задания, выполняемого на практическом занятии**

**100-86 баллов** выставляется, если студент/группа выразили своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировали его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы, статистические сведения, информация нормативно - правового характера. Продемонстрировано знание и владение навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа международно-политической практики. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.

**85-76 - баллов** - работа студента/группы характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.

**75-61 балл** - проведен достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимание базовых основ и теоретического обоснования выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы.

**60-50 баллов** - если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допуще-

но три или более трех ошибок смыслового содержания раскрываемой проблемы.

### **Критерии оценки (письменный ответ)**

**100-86 баллов** - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

**85-76 - баллов** - знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

**75-61 - балл** - фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий;

**60-50 баллов** - незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

## **Оценочные средства для текущей аттестации студентов**

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Источники питания в сварочном производстве» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Источники питания в сварочном производстве» проводится в форме контрольных мероприятий – защита практических работ, лабораторных работ; представление и защита отчётов (как документ и как презентация); тестирование теоретических знаний – по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

## **Оценочные средства для промежуточной аттестации студентов**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Источники питания в сварочном производстве» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Вид промежуточной аттестации, предусмотренный по данной дисциплине – зачёт, проводится в устной и письменной формах, с использованием следующих оценочных средств:

Письменных работ: защита практических работ, лабораторных работ, МАО задач, контрольных работ.

## Критерии выставления оценки студенту на зачёте по дисциплине

### «Источники питания в сварочном производстве»:

Баллы	Оценка зачёта/экзамена	Требования к сформированным компетенциям
<b>100-86</b>	«зачтено» / «отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
<b>85-76</b>	«зачтено» / «хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
<b>75-61</b>	«зачтено» / «удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
<b>60-50</b>	«не зачтено» / «неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

**Комплект заданий для контрольной работы**  
по дисциплине Источники питания в сварочном производстве

**Тема 1. Выбор источника питания в зависимости от способа сварки**

**Задание 1 .....**

Произвести выбор источника питания сварочной дуги в зависимости от способа сварки. Для выбранного источника питания привести краткое описание его конструкции, технические параметры и вид требуемой внешней характеристики.

**Вариант .....**

Вариант задания теоретических вопросов соответствует последней цифре номера зачётной книжки, вариант задачи – предпоследней (вариант 10 соответствует цифре 0).

**Таблица 1. Варианты задания 1**

Вариант	Вид сварки
1	Электродуговая открытой дугой ручная
2	Электродуговая под флюсом автоматическая
3	Электродуговая в среде защитного газа ручная
4	Электродуговая под флюсом полуавтоматическая
5	Электродуговая открытой дугой полуавтоматическая
6	Электродуговая под флюсом полуавтоматическая
7	Электродуговая в среде защитного газа полуавтоматическая
8	Электродуговая открытой дугой автоматическая
9	Электродуговая дуговой плазмой
10	Электрошлаковая сварка проволочным электродом

**Критерии оценки:**

**100 баллов** выставляется студенту, если выполнено следующее:

**50 баллов**, если ответ студента показывает глубокое и систематическое знание структуры конкретного вопроса.

**20 баллов**, если студент демонстрирует отчётливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области.

**30 баллов**, если студент дал логически корректное и убедительное изложение ответа.

Составитель \_\_\_\_\_ И.О.Фамилия

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Комплект заданий для контрольной работы  
по дисциплине Источники питания в сварочном производстве

**Тема 2. Способы регулирования параметров в источниках питания**

**Задание 2** .....

Привести описание применяемых способов регулирования тока и напряжения в заданном источнике питания и вида внешней характеристики.

**Вариант** .....

Вариант задания теоретических вопросов соответствует последней цифре номера зачётной книжки, вариант задачи – предпоследней (вариант 10 соответствует цифре 0).

**Таблица 2.** Варианты задания 2

Вариант	Вид источника питания
1	Сварочный трансформатор
2	Тиристорный трансформатор
3	Неуправляемый выпрямитель
4	Управляемый выпрямитель
5	Инверторный источник
6	Сварочный трансформатор
7	Тиристорный трансформатор
8	Неуправляемый выпрямитель
9	Управляемый выпрямитель
10	Инверторный источник

**Критерии оценки:**

**100 баллов** выставляется студенту, если выполнено следующее:

**50 баллов**, если ответ студента показывает глубокое и систематическое знание структуры конкретного вопроса.

**20 баллов**, если студент демонстрирует отчётливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области.

**30 баллов**, если студент дал логически корректное и убедительное изложение ответа.

Составитель \_\_\_\_\_ И.О.Фамилия

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Комплект заданий для контрольной работы  
по дисциплине Источники питания в сварочном производстве

**Тема 3. Расчёт внешней характеристики источников питания**

**Задание 3 .....**

Рассчитать и построить внешние характеристики источника питания по приведённым параметрам при коэффициентах нагрузки 0.5, 0.75, 1.0.

**Вариант .....**

Вариант задания теоретических вопросов соответствует последней цифре номера зачётной книжки, вариант задачи – предпоследней (вариант 10 соответствует цифре 0).

**Таблица 3. Варианты задания 3**

Вариант	$I_{\text{ном}}, \text{А}$	$U_{\text{к}}\%$	$U_{\text{с}}, \text{В}$	$P_{\text{к}}, \text{Вт}$	ПВ, %	$\cos\varphi_2$
1	100	5	200	25	60	0,8
2	150	5,5	200	50	60	0,8
3	200	5,5	220	75	65	0,8
4	250	6,0	220	100	65	0,85
5	300	6,0	220	120	60	0,25
6	350	6,5	220	150	60	0,85
7	400	6,5	220	200	60	0,9
8	450	8,5	240	250	70	0,9
9	500	8,0	240	300	60	0,9
10	600	8,0	240	350	50	0,9

**Критерии оценки:**

**100 баллов** выставляется студенту, если выполнено следующее:

**50 баллов**, если ответ/решение студента показывает глубокое и систематическое знание структуры конкретного вопроса/задачи.

**20 баллов**, если студент демонстрирует отчётливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области.

**30 баллов**, если студент дал логически корректное и убедительное изложение ответа/решение задачи.

Составитель \_\_\_\_\_ И.О.Фамилия

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Комплект заданий для контрольной работы  
по дисциплине Источники питания в сварочном производстве

**Тема 4. Расчёт электрических цепей**

**Задание 4 .....**

Рассчитать для управляемого однофазного / трёхфазного мостового выпрямителя при заданном сварочном токе основные электрические параметры трансформатора: действующие значения токов обмоток, коэффициент трансформации при напряжении сети 220 / 380 В и вентилей (среднее и максимальное значения токов, обратное напряжение). Выбор вентилей произвести по техническим справочникам.

Построить внешнюю регулировочную характеристику при углах включения вентилей  $0^\circ$  и  $60^\circ$ .

**Примечание:** При расчётах принять напряжение холостого хода  $U_0 = 1.3-1.8U_d$ , ток короткого замыкания  $I_k = 1.5-2.0I_d$ , падение напряжение на трансформаторе 10% от напряжения холостого хода, на вентильях по справочным данным.

**Вариант .....**

Вариант задания теоретических вопросов соответствует последней цифре номера зачётной книжки, вариант задачи – предпоследней (вариант 10 соответствует цифре 0).

**Примечания:** Нечётная цифра зачётной книжки - однофазная схема; Чётная цифра зачётной книжки - трёхфазная схема.

**Таблица 4.** Варианты задания 4

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$I_{св}, А$	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600

## Приложение 6 (продолжение)

### Критерии оценки:

**100 баллов** выставляется студенту, если выполнено следующее:

**50 баллов**, если ответ/решение студента показывает глубокое и систематическое знание структуры конкретного вопроса/задачи.

**20 баллов**, если студент демонстрирует отчётливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области.

**30 баллов**, если студент дал логически корректное и убедительное изложение ответа/решение задачи.

Составитель \_\_\_\_\_ И.О.Фамилия

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Перечень дискуссионных тем для круглого стола**

**(дискуссии, полемики, диспута, дебатов)**

по дисциплине Источники питания в сварочном производстве

1. Основные сведения о трансформаторах
2. Параллельное включение сварочных трансформаторов
3. Схемы тиристорных сварочных трансформаторов
4. Базовые схемы неуправляемых выпрямителей
5. Примеры схем инверторных источников
6. Импульсные возбудители дуги
7. Возбудитель – стабилизатор
8. Устройства подавления постоянной составляющей

**Критерии оценки:**

**100 баллов** выставляется студенту, если выполнено следующее:

**30 баллов**, если ответ/решение студента показывает глубокое и систематическое знание структуры конкретного вопроса/задачи.

**30 баллов**, если студент демонстрирует отчётливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области.

**20 баллов**, если студент дал логически корректное и убедительное изложение ответа/решение задачи.

**20 баллов**, если студент проявляет научно-интеллектуальную активность по заданной теме на занятии.

Составитель \_\_\_\_\_ И.О.Фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### Кейс-задача

по дисциплине Источники питания в сварочном производстве

**Задание 1.** «Исследование последовательного или параллельного соединения резисторов. Проверка законов Ома и Кирхгофа.

#### Цель:

«Рассчитать эквивалентное сопротивление цепи в рабочем режиме и при коротком замыкании одного из резисторов. Практически убедиться в физической сущности закона Ома и Кирхгофа для участка цепи».

#### Оборудование:

Методические указания, учебник, микрокалькулятор, линейка, персональный компьютер, Matlab Simulink, MSOffice.

#### Порядок выполнения работы

1. Выписать исходные данные (Таблица 1) и вычертить схему цепи согласно варианту (Рис. 1 - 6).
2. Рассчитать эквивалентное сопротивление цепи, используя метод преобразования и законы последовательного и параллельного соединения.
3. Определить величину тока каждого резистора, учитывая распределение тока и напряжения при последовательном и параллельном соединениях.
4. Определить эквивалентное сопротивление цепи при коротком замыкании одного из резисторов. Для этого необходимо выяснить путь прохождения тока при замыкании и составить новую схему цепи. Методом «свёртывания» рассчитать эквивалентное сопротивление цепи при коротком замыкании.
5. Сравнить величину эквивалентного сопротивления цепи в рабочем и аварийном режимах.
6. Осуществить построение схем и их расчёт в программном пакете Matlab Simulink.
7. Сравнить полученные результаты и подготовить отчёт.

Приложение 8 (продолжение)

Таблица 1. Исходные данные для расчёта

Вариант	Номер рисунка	$U$	Замкнуть накоротко	Сопротивление резисторов, Ом				
		$B$		$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_4$	$R_5$
1	1	100	$R_1$	11	3	4	8	4
2		140	$R_2$	4	12	3	5	7
3		150	$R_3$	3	5	13	6	7
4		60	$R_4$	5	6	7	14	12
5		170	$R_5$	7	4	5	8	15
6	2	80	$R_1$	11	8	5	16	9
7		180	$R_2$	13	7	17	8	6
8		30	$R_3$	6	18	7	9	4
9		190	$R_4$	19	6	3	7	9
10		20	$R_5$	5	10	4	8	3
11	3	100	$R_1$	9	4	11	10	7
12		160	$R_2$	5	7	3	12	6
13		110	$R_3$	6	10	8	2	13
14		140	$R_4$	4	5	7	14	3
15		50	$R_5$	6	6	15	4	4
16	4	190	$R_1$	10	16	5	4	7
17		70	$R_2$	17	6	15	8	3
18		150	$R_3$	7	18	5	2	6
19		200	$R_4$	3	4	19	5	4
20		130	$R_5$	10	9	5	20	7
21	5	120	$R_1$	8	11	6	4	10
22		110	$R_2$	9	7	3	11	5
23		90	$R_3$	5	9	12	4	7
24		120	$R_4$	4	13	5	6	3
25		140	$R_5$	14	10	7	5	7
26	6	60	$R_1$	7	15	4	8	4
27		160	$R_2$	10	5	16	4	6
28		200	$R_3$	8	9	10	18	4
29		180	$R_4$	3	12	5	7	18
30		150	$R_5$	19	4	6	10	7

Приложение 8 (продолжение)

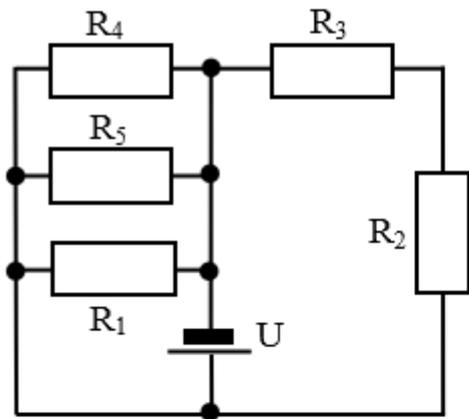


Рисунок 1

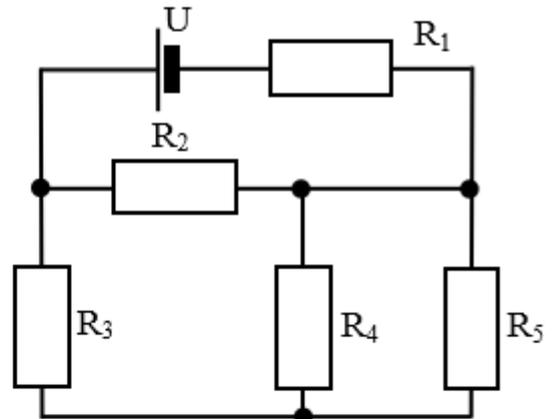


Рисунок 2

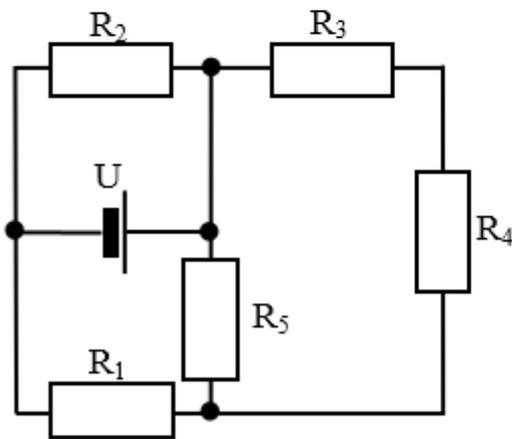


Рисунок 3

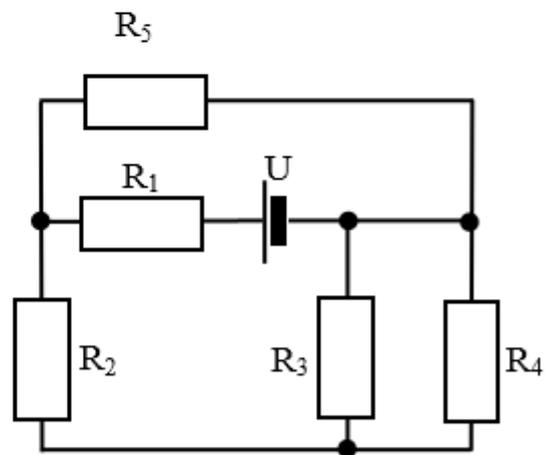


Рисунок 4

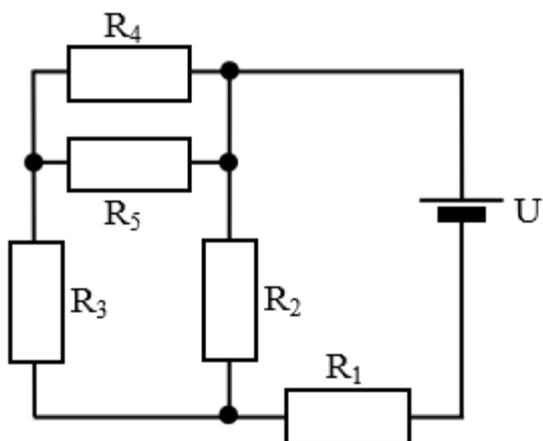


Рисунок 5

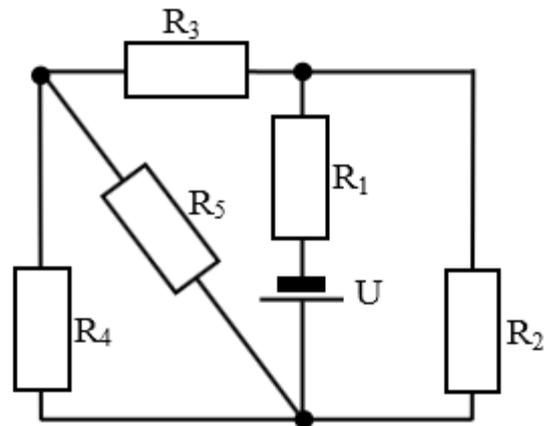


Рисунок 6

## Приложение 8 (продолжение)

**Задание 2.** Расчёт параметров однофазного и трёхфазного трансформаторов/выпрямителей.

### Задача 1. Однофазный трансформатор.

По указанным в таблице данным для однофазного трансформатора, определить величины в ячейках со знаком «?» и выяснить какой это трансформатор: повышающий или понижающий.

При выполнении задания можно руководствоваться формулами из учебной и справочной литературы.

**Таблица 2.1.1.** Исходные данные для расчёта задачи 1

№ вар.	$S_{ном1}, \text{ВА}$	$U_{ном1}, \text{В}$	$U_{ном2}, \text{В}$	$I_{ном1}, \text{А}$	$I_{ном2}, \text{А}$	$N_1$	$N_2$	$K$
1	?	380	?	1,43	?	?	217	15,8
2	?	220	24	?	33,4	198	?	?
3	1600	?	12	?	?	770	?	31,6
4	?	127	?	4,72	25	?	108	?
5	320	380	36	?	?	685	?	?
6	?	220	24	3,64	?	?	216	?
7	500	?	?	1	?	750	54	?
8	?	220	?	?	20,8	400	22	?
9	250	500	?	?	?	?	722	20,8
10	?	?	12	3,2	?	300	?	41,6
11	400	?	12	?	?	?	27	18,3
12	?	?	36	1,01	?	751	?	13,9
13	?	380	?	4,2	?	?	24,4	9,05
14	600	220	?	?	?	497	?	6,12
15	?	?	24	2,73	25	573	?	?
16	?	500	?	?	13,9	?	540	13,9
17	100	?	24	?	?	?	30	15,8
18	?	?	24	0,5	10,4	?	600	?
19	?	380	12	?	133	475	?	?
20	800	?	?	3,64	?	?	22	9,18

### Ответить на контрольный вопрос своего варианта:

1. Поясните роль трансформатора в энергетической системе при передаче и распределении электроэнергии? (1,11).
2. Укажите назначение и устройство основных элементов трансформатора (2,12).
3. Поясните принцип работы однофазного трансформатора (3,13).
4. Приведите подробную классификацию видов трансформаторов (4,14).

## Приложение 8 (продолжение)

5. По каким формулам можно вычислить коэффициент трансформации, и что этот коэффициент показывает? (5,15).
6. Перечислить области применения трансформаторов? (с примерами) (6,16).
7. Объяснить особенность автотрансформаторов и изобразить их электрические схемы? (7,17).
8. Объяснить назначение и область применения измерительных трансформаторов (8,18).
9. Объяснит назначение и особенность сварочного трансформатора (9,19).
10. Объяснить назначение, устройство и особенность трёхфазного трансформатора (10,20).

### Задача 2. Трёхфазный трансформатор.

К трёхфазному трансформатору с номинальной мощностью  $S_{\text{ном}}$  и номинальными напряжениями первичной  $U_{\text{ном1}}$  и вторичной  $U_{\text{ном2}}$  обмоток присоединена активная нагрузка  $P_2$  при коэффициенте мощности  $\cos\varphi_2$ .

#### Определить:

- 1) номинальные токи в обмотке  $I_{\text{ном1}}$  и  $I_{\text{ном2}}$ ;
- 2) коэффициент нагрузки трансформатора  $K_{\text{н}}$ ;
- 3) токи в обмотках  $I_1$  и  $I_2$  при фактической нагрузке;
- 4) суммарные потери мощности  $\Sigma P$  при номинальной нагрузке;
- 5) коэффициент полезного действия  $\eta$  при фактической нагрузке.

## Приложение 8 (продолжение)

**Таблица 2.2.1.** Исходные данные для расчёта задачи 1

Номер варианта	$S_{ном}, \text{кВ} \cdot \text{А}$	$U_{ном1}, \text{кВ}$	$U_{ном2}, \text{кВ}$	$P_2, \text{кВт}$	$\cos \varphi$	Номер варианта	$S_{ном}, \text{кВ} \cdot \text{А}$	$U_{ном1}, \text{кВ}$	$U_{ном2}, \text{кВ}$	$P_2, \text{кВт}$	$\cos \varphi$
21	1000	10	0,69	850	0,95	26	630	10	0,69	554	0,88
22	160	6	0,4	150	1	27	40	6	0,23	35	1
23	100	6	0,23	80	0,9	28	1600	10	0,4	1400	0,93
24	250	10	0,4	200	0,85	29	63	10	0,23	56	1
25	400	10	0,4	350	0,92	30	630	10	0,4	520	0,9

**Таблица 2.2.2.** Технические данные трансформаторов

Тип трансформатора	$S_{ном}, \text{кВ} \cdot \text{А}$	Напряжение обмоток, кВ		Потери мощности кВт		$U_2, \%$	$I_{1х}, \%$
		$U_{ном1}$	$U_{ном2}$	$P_{ст}$	$P_{о.ном}$		
ТМ-25/6; 10	25		0,23; 0,4	0,13	0,69	4,7	3,2
ТМ-40/6; 10	40		0,23; 0,4	0,175	1,0	4,7	3,0
ТМ-63/6; 10	63		0,23; 0,4	0,24	1,47	4,7	2,8
ТМ-100/6; 10	100		0,23; 0,4; 0,69	0,33	2,27	6,8	2,6
ТМ-160/6	160	6, 10	0,23; 0,4; 0,69	0,51	3,1	4,7	2,4
ТМ-250/6; 10	250		0,23; 0,4; 0,69	0,74	4,2	4,7	2,3
ТМ-400/6; 10	400		0,23; 0,4; 0,69	0,95	5,5	4,5	2,1
ТМ-630/6; 10	630		0,23; 0,4; 0,69	1,31	7,6	5,5	2,0
ТМ-1000/6; 10	1000		0,23; 0,4; 0,69	2,45	12,2	5,5	2,8
ТМ-1600/6; 10	1600		0,23; 0,4; 0,69	3,3	18,0	5,5	2,6
ТМ-2500/10	2500	10	0,4; 0,69; 10,5	4,3	24,0	5,5	1,0

**Примечания:**

Трансформатор ТМ-630/10 – с масляным охлаждением, трёхфазный, номинальная мощность 630 кВА, номинальное первичное напряжение 10 кВ, вторичное напряжение 0,23; 0,4 и 0,69 кВ;

$P_{ст}$  – потери в стали;  $P_{о.ном}$  – потери в обмотках;  $U_к, \%$  - напряжение короткого замыкания;  $I_{1х}, \%$  - ток холостого хода.

## Приложение 8 (продолжение)

**Задание 3.** Расчёт сечения проводов по допустимой токовой нагрузке и потере напряжения.

**Цель:**

Научиться рассчитывать сечения проводов по допустимой токовой нагрузке и потере напряжения.

**Алгоритм выполнения задания:**

1. Используя условия своего варианта, определить расчётный ток в проводах

трёхфазной линии напряжения 220В: 
$$I_p = \frac{KcPy}{\sqrt{3}U\eta \cos \varphi}$$

2. Выбрать сечение проводов марки ПР, проложенных в трубах.

3. Выбранное сечение проверить по потере напряжения:  $\varepsilon = \frac{100PyKcl}{\gamma SU^2 \eta}$ , считая допустимыми значения 4-6%.

4. При необходимости подобрать другое сечение и ещё раз выполнить проверку по потере напряжения.

**Таблица 3.1.** Допустимые длительные токовые нагрузки для изолированных проводов и кабелей с медными и алюминиевыми жилами

Сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Допустимые длительные нагрузки, А					
	Провода марок ПР, ПРД, ПВ, ППВ, АПР, АПВ, проложенных открыто	Провода и кабели с медными жилами марок СРБГ, ВРГ, ВРБГ, ТПРФ, проложенные открыто		Провода ПР, ПРГ, ПВ, ПГВ, АПР, АПВ, в одной трубке и ППВ, проложенных скрыто		Голые провода на открытом воздухе, одножильные
		двухжильные	трехжильные	два провода	три провода	
1	17/-	-	-	16/-	15/-	-
1,5	23/-	19	19	19/-	17/-	-
2,5	30/24	27	25	27/20	25/19	-
4	41/32	38	35	38/28	35/28	50/40
6	50/39	50	42	46/36	42/32	70/55
10	80/50	70	55	70/50	60/47	95/75
16	100/80	90	75	85/60	80/60	130/105
25	140/105	115	95	115/85	100/80	180/135
35	170/130	140	120	135/100	125/95	220/170
50	215/165	175	145	185/140	170/130	270/215
70	270/210	215	180	225/175	210/165	340/265

Таблица 3.2. Условия задачи

№ вар	$P_{н1}$ (кВт)	$P_{н2}$ (кВт)	$P_{н3}$ (кВт)	$K_c$	$\eta$	$\cos \varphi$	$l$ (м)
1	2,5	3	3,5	0,75	0,85	0,85	60
2	3,5	4,5	4	0,8	0,85	0,9	80
3	2,5	3	4,5	0,85	0,8	0,9	80
4	3	4,5	4	0,8	0,85	0,85	70
5	4,5	5	2,5	0,75	0,85	0,8	80
6	4	3,5	4,5	0,8	0,9	0,85	80
7	2	3	4	0,8	0,9	0,85	60
8	2,5	3,5	4	0,85	0,9	0,8	80
9	3,5	4	4	0,8	0,8	0,9	70
10	5	3,5	4,5	0,75	0,8	0,85	80
11	3	3	3	0,75	0,9	0,8	60
12	4	3	3	0,85	0,85	0,85	80
13	3,5	4	4	0,8	0,8	0,9	70
14	4,5	4,5	4	0,75	0,8	0,9	80
15	4,5	3	4,5	0,8	0,9	0,85	80
16	2,5	2,5	4	0,8	0,85	0,9	60
17	3	3,5	3,5	0,85	0,8	0,9	80
18	4,5	3,5	3,5	0,8	0,9	0,8	80
19	3	4,5	4	0,8	0,85	0,85	70
20	2,5	3,5	4	0,85	0,9	0,8	80

Удельная проводимость меди  $\gamma = 57 \cdot 10^6 \frac{1}{\text{Ом}\cdot\text{м}}$

**Критерии оценки:**

**100 баллов** выставляется студенту, если выполнено следующее:

**50 баллов**, если ответ/решение студента показывает глубокое и систематическое знание структуры конкретного вопроса/задачи.

**20 баллов**, если студент демонстрирует отчётливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области.

**30 баллов**, если студент дал логически корректное и убедительное изложение ответа/решение задачи.

Составитель \_\_\_\_\_ И.О.Фамилия

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**по дисциплине «Источники питания в сварочном производстве»**  
**Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение**  
**профиль «Оборудование и технология сварочного производства»**  
**Форма подготовки очная/ заочная**

**Владивосток**  
**2016**

621.791

И 91

Министерство образования Российской Федерации

Дальневосточный государственный технический университет  
им. В. В. Куйбышева

### ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ДЛЯ СВАРКИ

Методические указания  
по выполнению лабораторных работ  
для студентов специальности 120500  
«Оборудование и технология сварочного производства»

Издательство

Дальневосточный государственный технический университет

Владивосток

Министерство образования Российской Федерации  
Дальневосточный государственный технический университет

Владивосток  
2002

УДК 621.791.03.001

(045.8)

И 91

Источники питания для сварки / Сост. В.А. Достовалов. – Владивосток:

Изд – во ДВГТУ, 2002. – 32 с.

Методические указания предназначены для проведения лабораторных работ по дисциплине «» студентами специальности 120500.

Представленные лабораторные работы позволяют изучить основное электросварочное оборудование – источники питания электрической дуги переменного и постоянного тока, относящиеся к оборудованию группы «О». Также представлены работы для изучения вспомогательных устройств оборудования относящегося к группе «С».

Выполнение данных работ носит исследовательский характер, что поможет студентам глубже изучить данный курс и имеет большое практическое значение.

Составил: д – р техн. наук, профессор кафедры  
сварочного производства В.А. Достовалов

Редактор В.В. Прищепа  
Техн. редактор Н.М. Белохонова

Лицензия № 0006 от 04.03.97 г.

Формат 60×84/16.

Уч.-издл 1,13

Тираж 100 экз. Заказ 178

Отпечатано в типографии издательства ДВГТУ.  
Владивосток, ул. Пушкинская, 10.

Методические указания печатаются с оригинал-макета,  
подготовленного автором

© В.А. Достовалов, 2002



0815180

## Общие указания

Данные указания включают лабораторные работы, связанные с основным электросварочным оборудованием - источниками питания дуги и вспомогательными устройствами. В разделе «содержание работы» изложены рекомендации по выполнению лабораторных работ. В ходе лабораторной работы обязательно изучение принципа действия устройства определенного источника питания сварочной дуги. Все лабораторные работы выполняются на разных типах источников питания.

В руководстве нет готовых схем включения приборов и детальных указаний о порядке выполнения работы. Их студент должен выбрать самостоятельно.

Оформление отчета следует делать лаконично, технически грамотным языком, не переписывая условия из методических указаний. Все данные записывать в табличной форме. Все графики выполнять на миллиметровой бумаге. Выводы в заключении делать только в соответствии с поставленной целью. Обязательно использовать при выполнении лабораторных работ стандарты, правила эксплуатации электроустановок и другую рекомендованную литературу.

### Техника безопасности при выполнении лабораторных работ

Прежде чем приступить к практическому выполнению лабораторных работ необходимо тщательно ознакомиться с содержанием инструкции по эксплуатации оборудования и составлению схем его питания. Схемы для испытаний должны быть собраны с учетом видов необходимой защиты. Непосредственно к рабочему месту бригада допускается только руководителем лабораторных работ.

Включение стендов и собранных студентами схема осуществляется только руководителем работ или лаборантом. Так как к первичным цепям подводится напряжение 380 В, а со вторичной цепи снимается напряжение до 90 В, **категорически запрещается** при включенном рубильнике касаться к токоведущим частям, клеммам, зажимным болтам, производить подключение и отключение приборов. Для подключения дополнительных приборов необходимо отключить питание, т.е. выключить рубильник.

Подключение стендов и собранных схем производить в следующем порядке: включить общий рубильник, затем местный рубильник или пускатель. Если все приборы работают нормально, лабораторная работа продолжается.

Выключение производить в обратном порядке: сначала местный рубильник или пускатель, а затем - общий рубильник.

Заземлению подлежат металлические части электроустановок, которые могут оказаться под напряжением вследствие нарушения изоляции. В качестве заземляющих проводов применяется сталь круглого сечения диаметром  $> 5$  мм, полосы  $S > 25 \text{ мм}^2$  при толщине не менее 3 мм, голая медь  $S > 4 \text{ мм}^2$  или изолированные провода медные  $S > 1,5 \text{ мм}^2$  и алюминиевые  $S > 2,5 \text{ мм}^2$ . Соединения заземляющей проводки должны обеспечивать надежный контакт. Присоединение заземляющих проводов к корпусам аппаратов и т.п. должно осуществляться болтовыми соединениями или сваркой внахлестку. Основными режимами работы источников питания сварочной дуги являются: режим холостого хода, нагрузки, короткого замыкания. Для испытания подобрать соответствующие электронизмерительные приборы и включить в схему испытания.

Сварочные работы выполнять согласно требованию правил техники безопасности.

#### **Правила включения и эксплуатации сварочных трансформаторов**

К любому источнику питания сварочной дуги имеется заводской технической паспорт. Прежде чем приступить к осмотру и включению трансформатора, надо внимательно изучить его паспорт.

В техническом паспорте представлены схемы трансформатора и его описание, что позволяет правильно произвести внешний осмотр трансформатора.

Внешний осмотр включает в себя изучение конструкции трансформатора. Необходимо при этом зарисовать электромагнитную схему трансформатора. В нее входит устройство магнитопровода трансформатора, расположение и название всех обмоток, а также способы регулирования сварочного тока. Одновременно производится чистка трансформатора, проверка и затяжка всех соединительных болтов и гаек.

Испытание изоляции обмоток производится согласно «Правилам устройства электроустановок» (ПУЭ) и «Правилам технической эксплуатации и безопасности обслуживания электроустановок промышленных предприятий» (ПТЭ).

Испытания производятся мегомметром на 1000 - 2500 В. Отдельно измеряется сопротивление изоляции между первичной и вторичной обмотками трансформатора, затем между каждой из обмоток и магнитопроводом (корпусом) трансформатора. Данные в виде протокола заносятся в отчет. Сопротивление изоляции токоведущих частей должно быть не ниже 0,5 Мом.

Выбор сечения кабеля от сети к трансформатору производится согласно ПУЭ по таблицам допустимых нагрузок из условий нагрева при работе. Кабель выбирается алюминиевый, т.к. вес его не влияет на работу сварщика, а стоимость его меньше, чем медного.

Для подвода тока от трансформатора к дуге применяются изолированные гибкие кабели облегченного типа. Длина кабеля ограничивается 40 м (ПТЭ). Расчет сечения кабеля производится по допустимому падению напряжения в проводах, которое соответствует 5% от вторичного напряжения холостого хода трансформатора. А затем рассчитанное сечение проверяется по допустимому току по нагреву. Ориентировочно допустимой плотностью тока следует считать  $5 \text{ А/мм}^2$  со стороны напряжения 380 В и  $10 \text{ А/мм}^2$  со вторичной стороны трансформатора.

Согласно ПУЭ, для присоединения сварочного трансформатора к сети необходим отключающий аппарат для видимого разрыва цепи (рубильник), защита сети от короткого замыкания в трансформаторе (предохранители) и пускорегулирующая аппаратура для дистанционного управления, включения и выключения источника питания.

Ток плавких вставок рассчитывается таким образом, чтобы при зажигании дуги (режим короткого замыкания) они не перегорели. Округление расчетного тока - в большую сторону. Ток короткого замыкания для расчета берется на 20% выше номинального и через коэффициент трансформации пересчитывается на первичную сторону.

### Лабораторная работа №1

#### ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ ПРИГОДНОСТИ СВАРОЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА К ОПРЕДЕЛЕННОМУ ВИДУ СВАРКИ (4 часа)

**Цель работы:** освоить методику снятия основных характеристик сварочного трансформатора и суметь проанализировать степень пригодности его для питания дуги определенного способа сварки.

#### Программа работ

1. Произвести внешний осмотр трансформатора.
2. Изучить конструкцию трансформатора типа ТС-500.
3. Испытать изоляцию обмоток.
4. Рассчитать и выбрать кабели для подключения трансформатора и нагрузки.

5. Разработать схему подключения трансформатора к сети. Рассчитать её элементы.
6. Подключить защитное заземление.
7. Подобрать приборы для регистрации внешней характеристики трансформатора, составить электрическую схему.
8. Разработать схему испытания трансформатора на статическую нагрузку.
9. Испытать трансформатор на основных режимах работы для положений регулятора 165 А, 300 А, 500 А.
10. Построить графики внешних вольт-амперных характеристик трансформатора для указанных в п.9 положений регулятора.
11. Построить графики рабочих характеристик трансформатора для тех же положений регулятора сварочного тока.
12. Построить график регулировочной характеристики трансформатора при постоянном рабочем напряжении на выходе трансформатора.
13. Дать выводы по работе.

### Содержание работы

Изучение конструкции трансформатора рекомендуется начинать с изучения его технического паспорта.

#### Технический паспорт трансформатора ТС-500

Сварочный трансформатор ТС-500 предназначен для питания электрической дуги при ручной дуговой сварке, резке и наплавке металлов. Он выполнен с повышенной индуктивностью рассеяния, регулируемой путем изменения расстояния между первичной и вторичной обмотками (рис.1.1).

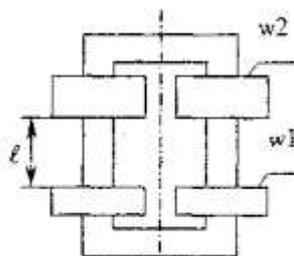


Рис.1.1. Электромагнитная схема трансформатора

Вторичное напряжение трансформатора несколько зависит от расстояния между катушками: напряжение холостого хода сдвинутых катушек - большее.

Шкала сварочного тока расположена сверху на крышке кожуха, стрелка указателя тока перемещается с помощью планетарной передачи. На шкале указано значение сварочного тока при номинальном напряжении подводимой сети и при рабочем напряжении вторичной цепи 30 В. При этом точность показаний шкалы может иметь расхождения с действительным значением максимального тока до 7,5 %.

Трансформаторы выпускаются со шкалой, градуированной при параллельном соединении катушек первичной и вторичной обмоток. В случае необходимости провести сварку на токах меньших, чем указано на шкале сварочного трансформатора, надо: соединить катушки обеих обмоток последовательно согласно схеме (рис.1.2). Соединение производить вне окна трансформатора

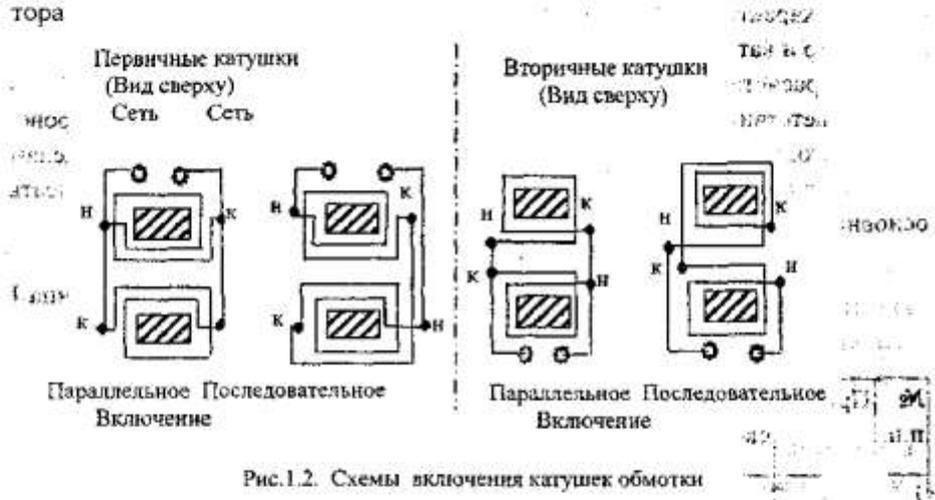


Рис.1.2. Схемы включения катушек обмотки

Плавное регулирование сварочного тока внутри диапазона достигается изменением расстояния между катушками первичной и вторичной обмоток с помощью рукоятки, находящейся сверху трансформатора. При повороте рукоятки по часовой стрелке катушки обеих обмоток трансформатора сближаются, и сварочный ток увеличивается. При повороте рукоятки против часовой стрелки - наоборот. Для изучения конструкции трансформатора ТС-500 одна сторона кожуха выполнена из органического стекла. Не включая трансформатор, установить: как выполнены первичная и вторичная обмотка трансформатора, магнитопровод, регулятор тока и какие у них отличительные особенности.

Составить электромагнитную схему трансформатора. Замерить наибольшее и наименьшее расстояния между первичными и вторичными катушками трансформатора, т.е. значения,  $L_{max}$  и  $L_{min}$  указать их на схеме. Вычертить принципиальную электрическую схему трансформатора и пока-

зать на ней возможное переключение обмоток для получения токов  $I_2$ , меньших 165 А. В качестве нагрузки применять реостат.

Разработку электрической схемы испытания начинать с составления силовой цепи подключения трансформатора к сети и нагрузке. В качестве нагрузки можно использовать горящую дугу рваной длины, но легче делать отсчет по приборам, если использовать реостат. В схеме испытания надо предусмотреть включение электроизмерительных приборов для выполнения п.10 и п.11 работы. Составленную схему представить на утверждение преподавателю.

В лабораторной работе используется стенд для испытания сварочных трансформаторов. На стенде установлены амперметр и вольтметр для снятия внешней характеристики испытуемого трансформатора, а также вольтметр, амперметр и ваттметр с первичной стороны для построения рабочих характеристик и расчета технико-экономических его показателей.

В соответствии с техническим паспортом данного трансформатора проверить пригодность установленных приборов для испытаний его по пределам намерения и цене деления. Присвоить приборам порядковые номера. Вписать основные сведения о выбранных приборах в табл. 1.

Таблица 1

Запись данных измерительных приборов

№ п.п.	Прибор	Заводской №	Система прибора	Класс точности	Пределы измерения	Цена деления	Примечание
1	V1						
2	V2						
3	A2						

Основными режимами работы источника питания являются холостой ход, нагрузка и короткое замыкание. Испытание начинать с режима холостого хода. Первоначальное включение собранной схемы под напряжением разрешается только в присутствии преподавателя. В качестве нагрузки использовать реостат. Статическую нагрузку изменять 3-5 раз. Данные показаний приборов записать в виде таблицы. Последним испытывать режим короткого замыкания. Опыт производить быстро во избежание перегрева оборудования.

Внешняя, вольт-амперная характеристика трансформатора ( $ВАХ_{тр}$ ) - это зависимость  $U_2 = f(I_2)$ .  $ВАХ_{тр}$  для всех положений регулятора строить на одном графике. Если напряжение сети отличается от номинального, равного  $U_1 = 380 В$ , то полученные  $ВАХ_{тр}$  необходимо привести к номинальному напряжению, пропорционально пересчитав значение  $U_2$  и вычертить на этом же графике. Рассчитать крутизну характеристик в рабочей части (рис.1.3).



Рис.1.3.  $ВАХ$  трансформатора

Для каждого положения регулятора определить погрешность в %. Если она выходит за рамки, указанные в техническом паспорте, то трансформатор нуждается в ремонте. При этом надо учитывать точность эксперимента, т.е. погрешность показаний приборов и их отсчета.

Изменение первичного тока трансформатора ( $I_1$ ), мощности из сети ( $P_1$ ), а также технико-экономических показателей (ТЭП) трансформатора с изменением нагрузки характеризуют его работу и поэтому называются рабочими. К технико-экономическим показателям трансформатора относятся коэффициенты: мощности ( $\cos \varphi_1$ ), полезного действия ( $\eta$ ) и использования мощности трансформатором ( $C$ ).

$\cos \varphi_1$  показывает какую часть полной мощности из сети составляет активная, которую измеряют при испытаниях ваттметром.

$$\cos \varphi_1 = \frac{P_1}{U_1 \cdot I_1} \quad [\text{отн. ед.}]$$

$\eta$  показывает, какую часть от активной мощности из сети составляет полезная мощность при работе трансформатора, т.е. мощность дуги ( $P_2$ ).

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \quad [\text{отн. ед.}]$$

где  $P_2 = I_2 \cdot U_2$  [Вт].

Коэффициенты  $\eta$  и  $\cos \varphi_1$  для сварочного трансформатора по отдельности не являются достаточно характерными показателями его работы. Таким показателем, в достаточной степени характеризующим работу трансформатора, является коэффициент использования полной мощности ( $C$ ).

$C$  показывает какую часть от полной мощности из сети составляет мощность дуги:

$$C = P_0 / U_1 \cdot I_1 = \eta \cdot \cos \varphi_1$$

Для каждого испытания вычислить показатели ТЭП. Построить рабочие характеристики  $I_1 = f(I_2)$ ,  $P_1 = f(I_2)$ ,  $\eta = f(I_2)$ ,  $\cos \varphi_1 = f(I_2)$ ,  $C = f(I_2)$ .

Регулировочной характеристикой  $I_2 = f(L)$  является зависимость тока нагрузки на трансформаторе ( $I_2$ ) при рабочем натяжении  $U_2 = 30$  В от расстояния между его обмотками ( $\ell$ ). Используя замеры расстояния  $\ell$  между обмотками в трансформаторе для каждого положения регулятора, записать ток  $I_2$  при номинальном рабочем напряжении  $U_2$  в табл. 2.

Таблица 2

Данные для построения регулировочной характеристики

№ ПП	Положение регулятора в А	Расст. $L$ между обмотками, мм	$I_2$ ступени, А	$U_2$ , В	Примечание
1.					
2.					
3.					

По данным замеров построить регулировочную характеристику. Определить глубину и кратность регулировки тока и сравнить с действующим стандартом.

По проделанной работе определяется область применения данного источника питания для сварки. Дать ему оценку с точки зрения получения качественного сварного шва. Определить степень пригодности данного трансформатора для эксплуатации по таким параметрам как: точность регулировки; шумы при работе; расход энергии на холостом ходу, на основании проведенных исследований. Дать технико-экономическую оценку эффективности использования данного источника питания. Показания приборов записать в отчет в виде таблицы. В заключение дать отзыв о состоянии сварочного трансформатора и пригодности его к эксплуатации. Необходимо отметить, в отчете для чего предназначен данный трансформатор. Затем вписать в отчет

его основные параметры. При необходимости использовать технические характеристики трансформатора и данные, представленные в табл.3.

#### Технические характеристики трансформатора

Напряжение питающей сети, В	380
Вторичное рабочее напряжение, В	30
Напряжение холостого хода, В	69-76
Номинальное значение сварочного тока, А	500
ПР %	60
Пределы регулирования, А	100 - 560
Номинальная мощность, кВА	34,0
Масса, кг	210

Таблица 3

#### Обмоточные данные трансформаторов

Характеристики обмоток	Первичное напряжение, 380 В	
	Первичная обмотка	Вторичная обмотка
Материал катушек	алюминий	алюминий
Размеры головного провода, мм	5,5 × 6,4	4,7×28
Число катушек	2	2
Число параллельных проводов	1	1
Сечение витка, мм <sup>2</sup>	34,3	130,7
Число витков в слое	17	22 на ребро
Число слоев	8	1
Число витков в катушке	136	22
Чистый вес (комплект), кг	19,5	10

Ток холостого хода не более 10% от номинального. Величина ПР представляет собой отношение продолжительности рабочего периода к длительности полного цикла работы и выражается в процентах.

Длительность полного цикла равно 6 мин. Таким образом, ПР - 60% означает режим работы трансформатора, при котором непрерывная работа под нагрузкой 3 мин., после чего следует пауза длительностью 2 мин, без отключения от сети. При значениях ПР меньше номинального, допускается производство сварочных работ током, превышающими номинальный ток.

Трансформатор снабжен емкостным фильтром для снижения радиопомех при сварке. Он состоит из 2-х конденсаторов КБГ-И по 0.01 мкф., 600 В постоянного тока (рис.1.4)



Рис.1.4. Подключение фильтра от радиопомех

#### Контрольные вопросы по работе.

1. Как выполнено устройство для регулирования сварочного тока в трансформаторе?
2. Какие ВАХ источника называются жесткими, а какие крутопадающими?
3. Перечислить правила сдачи трансформатора в эксплуатацию?
3. За счет чего создается крутопадающая внешняя характеристика в трансформаторе?
5. Устройство и назначение сварочного трансформатора типа ТС-500?
6. Формирование внешних характеристик?
7. Регулирование сварочного тока?
8. Определение величин полной, резистивной (активной), реактивной, полезной мощности и показателей ТЭП?
9. Определение величины сварочного тока для необходимого ПР %?

#### Лабораторная работа №2

##### ИСПЫТАНИЕ СВАРОЧНОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ (4 часа)

**Цель работы:** освоить методику испытания выпрямителя и проанализировать данные эксперимента.

#### Программа работы

1. Изучить техническую документацию на выпрямитель и определить область его применения,
2. Разработать и собрать схему соединений для испытания.
3. Построить рабочие характеристики выпрямителя по данным испытания.
4. Сделать выводы и заключение по работе.

Рассчитать недостающие данные и параметры. Разобраться в электрической схеме выпрямителя (рис.2.1) и определить основные функции, которые он может выполнять. В отчет выписать номинальные данные выпрямителя.

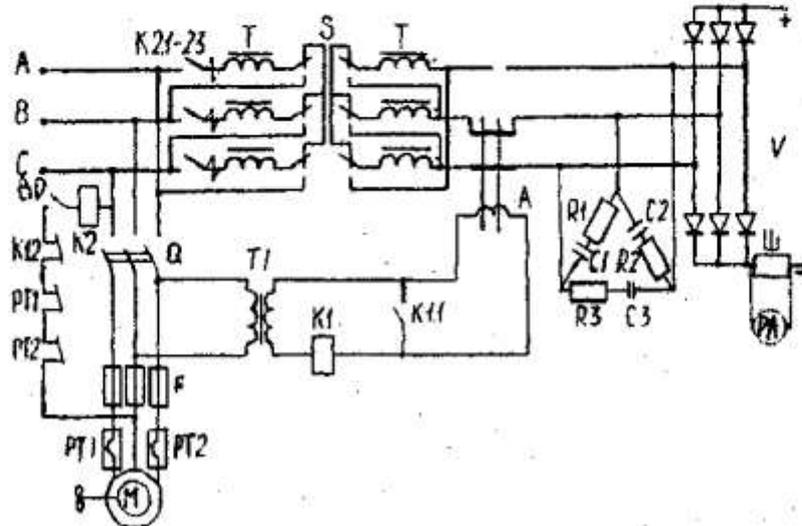


Рис.2.1. Принципиальная электрическая схема выпрямителя ВД-101

Испытать выпрямитель необходимо на 3-х основных режимах работа: холостом ходу, нагрузке, коротком замыкании. Для этого составить схему испытаний выпрямителя со всеми необходимыми измерительными приборами. Использовать для этого схему выпрямителя.

Предусмотреть измерительные приборы с первичной стороны выпрямителя для расчета мощности и технико-экономических показателей его работы. Схему представить на утверждение преподавателю.

Пользуясь техническим паспортом (табл.2.1) выпрямителя, подобрать приборы по типу и пределам измерения.

#### Технический паспорт сварочного выпрямителя ВД-101

Сварочный выпрямитель типа ВД-101 предназначен для ручной дуговой сварки, резки и наплавки металлов. Выпрямитель представляет собой передвижную установку в однокорпусном исполнении, обеспечивающую преобразование энергии трехфазной сети в энергию выпрямленного тока.

Таблица 2.1.

## Основные параметры выпрямителя

Номинальный сварочный ток, А	125
ПН %	60
Напряжение питающей сети, В	380
Потребляемая мощность из сети, кВА	9
Напряжение холостого хода, В	65
Номинальное рабочее напряжение, В	25
Пределы регулирования сварочного тока, А	
ступень малых токов	20-45
ступень больших токов	45-125
Масса, кг	170

Выпрямитель состоит из силового понижающего трансформатора  $T$ , выпрямительного блока  $V$  и защитной аппаратуры. Включение выпрямителя производится пакетным выключателем  $Q$  (рис.2.1). Через предохранители  $F$  получает питание двигатель вентилятора охлаждения и понижающий трансформатор цепей управления  $T1$  (выходное напряжение 36 В).

Если при работе вентилятора от потока воздуха замкнется контакт воздушного реле  $BP$ , то сработает контактор  $K2$  и своими контактами  $K2.1$  включит выпрямитель в питающую сеть.

Выпрямитель снабжен специальной защитой, которая автоматически срабатывает и отключает ВД-101 в случае выхода из строя диодов выпрямительного блока или пробоев на корпус вторичных обмоток трансформатора. Защита состоит из магнитного усилителя  $A$ , который индуктивно связан с проводами, идущий от вторичной обмотки трансформатора  $T$  к блоку вентиля. Катушки усилителя включены последовательно с контактором  $K1$ , питаемым от вторичной обмотки трансформатора  $T1$  напряжением 36 В. Если в проводах, являющихся первичной обмоткой магнитного усилителя  $A$ , протекает нормальный ток при исправном блоке диодов, то индуктивное сопротивление усилителя будет большое, что создаст минимальный ток в обмотке реле  $K1$ . Реле не срабатывает, и размыкающий контакт  $K1.2$ , включенный последовательно в цепь магнитного пускателя  $K2$ , будет замкнут. В случае повреждения диодов блока резко возрастает ток в проводах, индуктивно связанных с магнитным усилителем, что приводит к срабатыванию реле  $K1$ . При этом размыкается контакт  $K1.2$  и отключает пускатель  $K2$ , который своими контактами отключает силовую цепь выпрямителя от сети. Одновременно срабатывает контакт  $K1.1$  и ставит на самоблокировку питание катуш-

ки  $K1$ . Если неисправность не устранить, включить в сеть выпрямитель будет невозможно.

Диоды блока выпрямителя  $V$  от коммутационных перенапряжений защищают  $RC$  - цепи. Они состоят из конденсатора  $C1, C2, C3$  и сопротивлений  $R1, R2, R3$ , включенных между собой последовательно, а к плечам диодов блока  $V$  – параллельно.

Выпрямитель ВД-101 имеет падающую форму ВАХ, которая создается сварочным трехфазным трансформатором с развитым магнитным рассеянием. Плавная регулировка сварочного тока производится путем вертикального перемещения катушек первичной обмотки трансформатора. Катушки вторичной обмотки неподвижны и закреплены у верхнего ярма. Перемещаются катушки первичной обмотки с помощью ходового винта. При этом они могут перемещаться вверх, сближаясь с катушками первичной и вторичной обмоток (сварочный ток увеличивается), или перемещаются вниз, (удаляясь от катушек вторичной обмотки (сварочный ток уменьшается)).

Ступенчатая регулировка тока производится путем переключения катушек первичной и вторичной обмоток трансформатора пакетным переключателем диапазонов со «звезды» на «треугольник».

Составить в отчете таблицу, содержащую данные приборов, используемых при испытании (порядковый номер прибора на схеме испытания, тип, систему, класс точности, пределы измерения и цену деления прибора). Собрать схему испытания. **Включение схемы, собранной студентами, под напряжение разрешается только после проверки её преподавателем.** Включение выпрямителя производить на холостом ходу. Для записи показаний приборов в отчете составить таблицу. При регистрации показаний их значения лучше записывать в делениях, а затем переводить в вольты, амперы и ватты. Это позволяет, в случае необходимости, легко отыскать ошибку в расчетах. При включении нагрузки и регистрации внешних характеристик надо учитывать, что данный выпрямитель рассчитан на ПН = 65 %, поэтому замеры надо делать быстро, отключая источник от сети после каждого замера.

При перегреве источника питания даже до 50...55°C резко увеличивается падение напряжения в элементах блока выпрямления, и внешняя характеристика выпрямителя принимает совсем другой вид.

"Чистый" опыт короткого замыкания лучше не проводить, т.к. блок выпрямления тока очень чувствителен к перегрузкам. Ток короткого замыкания легко определить, построив в дальнейшем график  $U_s = f(I_s)$  и продлив его плавно до пересечения с осью токов.

При каждом замере необходимо снимать показания напряжения сети. В случае изменения его пропорционально пересчитывать все показания приборов. На графиках вычерчивать кривые до пересчета и после.

В качестве нагрузки можно использовать дугу, подключив один из сварочных постов в лаборатории ручной дуговой сварки или с помощью нагрузочного реостата. Испытание под нагрузкой желательно проводить 2-3 раза, меняя ток нагрузки либо изменением длины дуги, либо изменением положения реостата. Испытания проводить для одного или 2-х положений регулятора по указанию преподавателя.

Рабочие характеристики строить на миллиметровой бумаге. Отдельно вычерчиваются графики ВАХ выпрямителя (рис.2.2). Чтобы дать

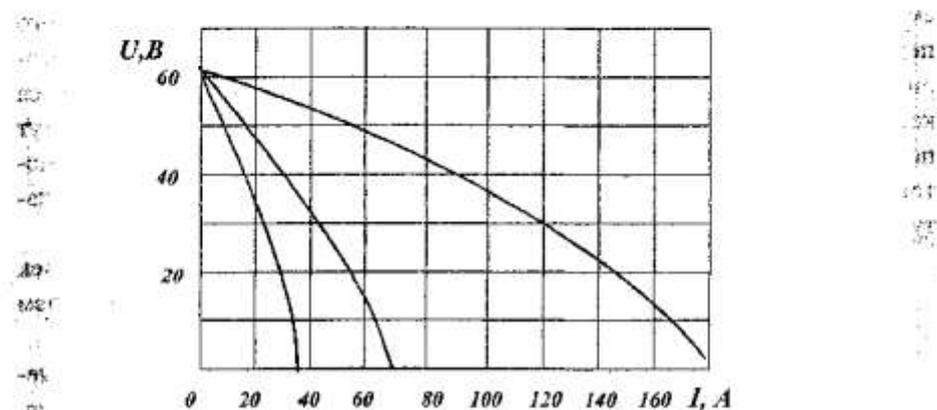


Рис.2.2. Вольтамперные характеристики сварочного выпрямителя ВД – 101

обоснованное заключение о пригодности выпрямителя к работе, необходимо рассчитать и выделить на графике область возможной ошибки при эксперименте. Учитываются погрешности приборов и регулятора тока. Далее в отчете вычерчивается график с рабочими характеристиками. К ним относятся зависимости мощности сети, мощности на выходе выпрямителя, первичного тока, КПД, коэффициента мощности и коэффициента использования полной мощности сварочного выпрямителя от тока нагрузки на нем.

Окончанием работы может быть анализ возможного использования данного выпрямителя для разных видов сварки, а также определение области наиболее экономичного использования выпрямителя на данной ступени регулирования.

### Содержание отчета

1. Цель и задача лабораторной работы.
2. Технический паспорт и описание выпрямителя.
3. Принципиальная электрическая схема.
4. Схема испытания выпрямителя.

5. Таблица данных приборов, используемых для испытания.
6. Таблица замеров при испытании.
7. Расчеты данных для построения рабочих характеристик.
8. Построение ВАХ и их графический анализ.
9. Построение рабочих характеристик и их графический анализ.
10. Заключение по работе.

#### Контрольные вопросы

1. Для чего предназначен данный сварочный выпрямитель?
2. Как формируется ВАХ выпрямителя?
3. Способы регулирования сварочного тока?
4. Как устроен блок выпрямления в данном выпрямителе?
5. Какие защитные устройства использованы в его конструкции?
6. Какие технико-экономические показатели характеризуют сварочный выпрямитель?

#### ЛАБОРАТОРИЯ РАБОТА №3

#### ИЗУЧЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОГО СВАРОЧНОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ ( 4 часа)

**Цель работы:** изучить конструкцию и принцип работы универсального сварочного выпрямителя.

#### Программа работы

1. Изучить устройство универсального сварочного выпрямителя.
2. Подготовить выпрямитель к включению согласно всем правилам ПУЭ и ТБ.
3. Разработать схему испытания сварочного выпрямителя под нагрузкой.
4. Обработать данные испытания.
5. Сделать выводы и заключение по работе.

#### Содержание работы

1. Начинать изучение принципа устройства сварочного выпрямителя необходимо с технической документации. Внимательно просмотреть номинальные данные выпрямителя по паспорту (табл.3.1) и рассчитать недостающие параметры для полного анализа его работы.

Таблица 3.1

## Технические данные выпрямителя ВДУ-504

Номинальный сварочный ток, А	500
ПВ, %	60
Номинальное напряжение сети, В	380
Первичный ток, А	60
Максимальное напряжение холостого хода, В	72-80
Номинальное рабочее напряжение сети, В	
при жестких ВАХ	50
при падающих ВАХ	40
Пределы регулирования сварочного тока, А	
при жестких ВАХ	100-500
при падающих ВАХ	70-500
Пределы регулирования рабочего напряжения, В	
при жестких ВАХ	
(1 диапазон 500-250А)	50 (при 500 А)
(2 диапазон 250-100 А)	27 (при 250 А)
при падающих ВАХ	18 (при 100 А)
(1 диапазон)	23-45
(2 диапазон)	
Продолжительность цикла сварки, мин.	10
Потребляемая мощность, кВА	40
Масса, кг	400

Проанализировать ВАХ выпрямителя. Определить рабочие токи  $I_d$  и соответствующие им напряжения на дуге  $U_d$  для ВАХ различных ступеней регулировки тока и напряжения выпрямителя. По крутизне характеристик  $\partial U_d / \partial I_d$  в рабочей части, по величине напряжения холостого хода и тока короткого замыкания, а также и по другим параметрам паспорта сделать заключение об области применения выпрямителя для разных способов сварки. Сварочный выпрямитель ВДУ-504 является универсальным. Поэтому ВАХ такого источника могут быть круто падающими или жесткими (рис.3.1).

Устройство выпрямителя изучается по блок-схеме в следующем порядке. Снимается кожух выпрямителя. Первоначально определяются элементы силовой цепи, где преобразуются необходимые ток и напряжение для питания дуги. Определяются особенности конструкции и габариты трансформатора, блок выпрямителей, блок индуктивностей в силовой цепи. Основной блок

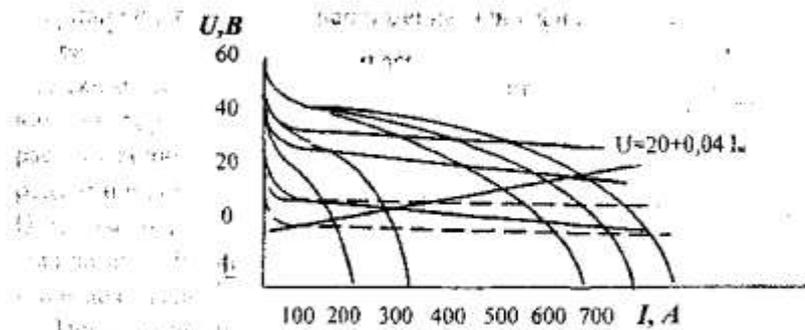


Рис.3.1. Внешние характеристики ВДУ-504  
 ———— диапазон 1;    - - - - - диапазон 2

СТВ выполнен по шестифазной схеме с уравнительным реактором (рис.3.2).

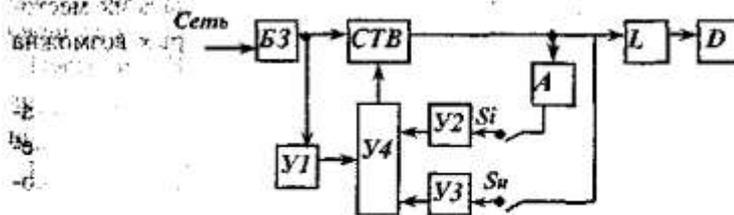


Рис.3.2. Функциональная блок-схема ВДУ-504:

БЗ - блок защиты; СТВ - силовой тиристорный выпрямитель; L - индуктивное сопротивление; D - дуга; S<sub>i</sub> и S<sub>r</sub> - переключатели с падающих ВАХ на жесткие; У1 - входное устройство; У2 и У3 - фазосдвигающие устройства; У4 - блок формирования и усиления управляющих сигналов

Вторичные обмотки трансформатора соединены в две обратные звезды через уравнительный реактор. Шесть тиристоров включены последовательно каждой фазе обмоток трансформатора. Фазы первичной обмотки для расширения пределов регулирования. Эта схема требует применения многообмоточного трансформатора и дополнительного дросселя со средней точкой, что, безусловно, усложняет конструкцию выпрямителя по сравнению с мостовой схемой. Однако в ней используются тиристоры меньшей мощности, рассчитанные на половинный ток нагрузки. Катоды всех тиристоров находятся под одним потенциалом, что дает возможность в дальнейшем применить безтрансформаторные схемы управления тиристорами (рис.3.3).

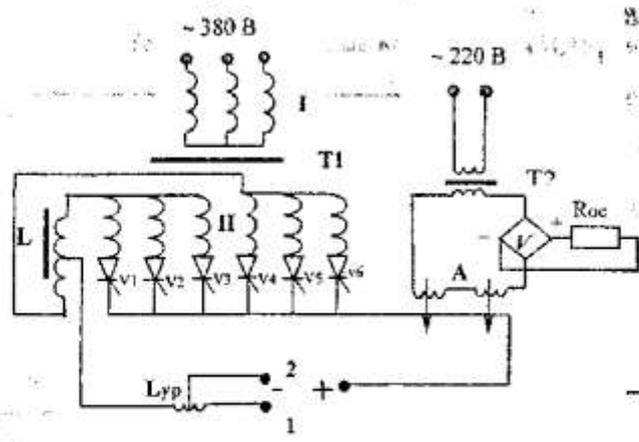


Рис. 3.3. Упрощенная принципиальная схема блока СТВ

При изучении работы блоков управления необходимо отыскать их месторасположение и определить элементы цепи, с помощью которых возможна настройка выпрямителя на заданный режим работы.

Необходимые правила для включения любого сварочного источника питания перечислены и разъяснены в лабораторной работе № 1. После выполнения общих ПУЭ и ТБ необходимо соблюдать определенный порядок включения оборудования. Первоначально собрать и подготовить к включению цепь нагрузки. Нагрузкой может быть пост ручной дуговой, полуавтоматической сварки или нагрузочный реостат. Для определения параметров нагрузки предусмотреть включение регистрирующих приборов и двухканального осциллографа.

Установить переключатель первичных обмоток сварочного трансформатора на необходимую ступень регулирования по схеме "звезда" или "треугольник". Переключатель располагается на задней панели выпрямителя. Подключить выдвижные шкафы необходимыми шлангами и разъемами. Переключателем ВАХ на передней панели выпрямителя установить необходимый режим работы.

Первоначальное включение производить по холостому ходу. Включение выпрямителя производится автоматическим выключателем, расположенным на задней панели выпрямителя. На лицевой панели выпрямителя загорается зелёная лампочка "напряжение подано". Затем кнопкой "пуск" включается двигатель вентилятора. Воздушным потоком принудительной вентиляции замыкается "ветродуйное" реле и включается силовой магнитный пускатель. На выходных зажимах выпрямителя, расположенных в нижней части лицевой

вой панели, появляется напряжение. Оно фиксируется показаниями вольтметра.

В схему испытания сварочного выпрямителя необходимо включить с первичной стороны вольтметр для регистрации напряжения сети, амперметр для расчета полной мощности, взятой из сети при испытании, ваттметр для определения активной мощности, взятой из сети выпрямителем при испытании. Пределы измерения всех приборов рассчитываются на основании паспортных данных испытуемого выпрямителя. Выбранные приборы записываются в таблице отчета.

Испытания производятся на основных режимах работы на одной из выбранных ступеней работы выпрямителя. Режим короткого замыкания производить не следует из-за опасности вывода из строя оборудования. Все данные замеров заносятся в таблицу в делениях, а затем переводятся в соответствующие единицы измерения.

По данным испытания построить в масштабах напряжения и тока зависимости, рекомендуемые преподавателем. Сделать заключение о динамических свойствах данного сварочного выпрямителя.

Построить ВАХ и определить по ней рабочий ток и напряжение. Определить погрешности поставленного эксперимента. Выделить области возможной вариации тока и напряжения при данном положении регулятора.

Рассчитать технико-экономические показатели работы выпрямителя. Определить возможный диапазон его работы. Сделать вывод о качестве его работы на испытанный способ сварки, а также о качестве использования электрической энергии им во время работы.

#### Содержание отчета

1. Цель и задачи, поставленные в лабораторной работе.
2. Технический паспорт испытуемого выпрямителя.
3. Структурная блок-схема сварочного выпрямителя.
4. Схемы отдельных элементов и блоков выпрямителя.
5. Схема испытаний выпрямителя под нагрузкой.
6. Таблица приборов.
7. Таблица замеров.
8. Графические зависимости и расчеты отдельных параметров выпрямителя.
9. Выводы и заключение по работе.

#### Контрольные вопросы по работе

1. Как происходит формирование ВАХ?

2. Назначение логических элементов в управлении?
3. Способ регулирования тока и напряжения в выпрямителе?
4. Основные блоки схемы выпрямителя?
5. Назначение сварочного выпрямителя?

#### Лабораторная работа № 4

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ СВАРОЧНЫХ ПОСТОВ (4 часа)

**Цель работы:** изучить конструкцию многопостового источника питания и особенности подключения к нему сварочных постов.

#### Программа работы

1. Изучить конструкцию, принцип работы и правила эксплуатации многопостового источника питания.
2. Определить количество постов, питаемых от одного многопостового источника тока.
3. Разработать и собрать схему испытания для одновременной работы 2-3-х постов.
4. Провести испытания.
5. Сделать анализ полученных при испытании данных.
6. Выводы и заключения по работе.

#### Содержание работы

Сварочный выпрямитель предназначен для одновременного питания постоянным током нескольких постов ручной дуговой сварки. Фазы первичной обмотки силового трансформатора имеют отпайки для повышения вторичного напряжения трансформатора на 5 % в случае понижения напряжения сети. Трансформатор имеет жесткую ВАХ. Выпрямительный узел собран по кольцевой схеме выпрямления. На каждом стержне магнитопровода трансформатора расположены ветви одной фазы первичной обмотки и одноименные фазы двух одинаковых вторичных обмоток. Э.д.с. вторичных обмоток трансформатора сдвинуты одна относительно другой на 180 эл.град. Фазы вторичных обмоток соединены «звездой», нейтраль которых образуют отрицательный и положительный выводы выпрямителя. Последовательно с фазами вторичных обмоток включены неуправляемые кремниевые вентили. Упрощенная принципиальная электрическая схема выпрямителя приведена на рис.4.1.

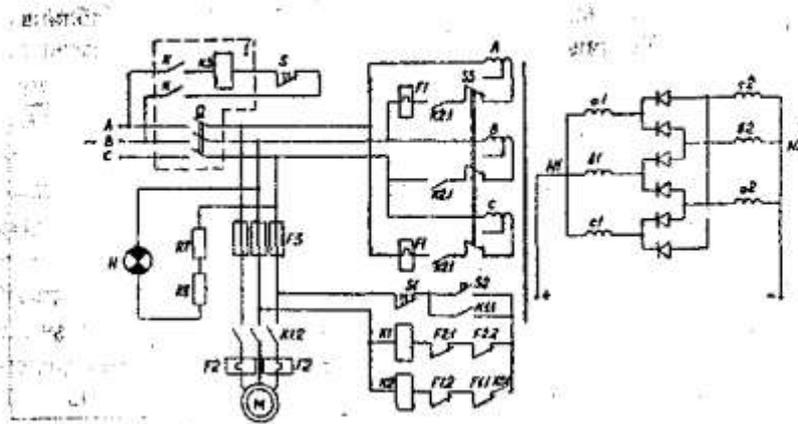


Рис.4.1. Принципиальная электрическая схема выпрямителя BKCM-1000

Начало работы выпрямителя определяется включением автомата 1. При нажатии на кнопку *S2* получает питание контактор *K1*. Его контакты *K1.2* включают двигатель вентилятора *M*. Поток воздуха вентилятора включает реле контроля вентиляции *K*. Катушка *K3* окажется под напряжением и своими контактами *K3.1* включит *K2*. Контакты *K2.1* катушки *K2* включают первичную обмотку силового трансформатора в сеть. Работа выпрямителя возможна только при включенном вентиляторе. Выключение выпрямителя производится нажатием кнопки *S1*. При этом отключаются цепи катушек *K1* и *K2*, отключается вентилятор, размыкаются контакты *K* и *K2.1*.

Для защиты выпрямительного блока кремниевых вентилей и обмоток трансформатора от коммутационных перенапряжений каждая пара диодов шунтируется защитными *RC* - цепочками. Поскольку режим короткого замыкания для выпрямителя недопустим и является аварийным, для защиты выпрямителя применён быстродействующий автомат *Q*. Он выключает установку в момент короткого замыкания или в случае пробоя одного из вентилей выпрямительного блока. Знакомство с конструкцией источника рекомендуется начинать с изучения технического паспорта (табл.4.1).

Выпрямитель может работать только в режиме холостого хода и нагрузки. Напряжение в режиме холостого хода определяется ЭДС силового трансформатора

$$E_2 = 4,44 \cdot f \cdot N_2 \cdot \Phi_0$$

где  $E_2$  - ЭДС трансформатора, В.

ЭДС трансформатора определяется по формуле:  $E_2 = 4,44 \cdot f \cdot N_2 \cdot \Phi_0$

Сварочный ток, А	1000
Выпрямленное напряжение при нагрузке, В	60
Напряжение сети, В	380
Первичный ток трансформатора, А	115
Коэффициент полезного действия, %	90
Коэффициент мощности при номинальном режиме	0,91
Коэффициент одновременности работы сварочных постов	0,6
Масса, кг	460
Потребляемая мощность, кВА	74

$f$  - частота тока сети, Гц;

$N_2$  - число витков вторичной обмотки трансформатора;

$\Phi_0$  - магнитный поток, Вб.

При нагрузке напряжение выпрямителя падает с 70 В до 60 В за счет внутреннего падения напряжения в трансформаторе и блоке вентилях.

Количество постов, питаемых от одного выпрямителя, определяется как:

$$n = \frac{I_n}{I_s \cdot k}$$

где  $n$  - количество сварочных постов;

$I_n$  - номинальный ток нагрузки выпрямителя, А;

$I_s$  - сварочный ток одного поста, А;

$k$  - коэффициент одновременности работы постов.

Коэффициент одновременности при  $n = 10$  равен 0,6.

Сварочные посты с последовательно включенными балластными реостатами подключаются к выпрямителю параллельно друг другу (рис.4.2).

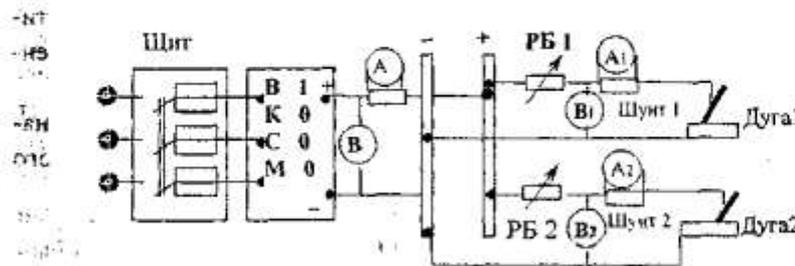


Рис.4.2.Схема испытания централизованной системы подачи сварочного тока

При такой схеме включения на каждом сварочном посту сварка производится независимо друг от друга. Балластные реостаты, включаемые в цепь каждого поста, выполняют следующие функции:

при жесткой ВАХ выпрямителя создают круто падающую ВАХ для питания дуги;

служат регулятором сварочного тока в цепи каждого поста;

ограничивают ток короткого замыкания сварочного поста, предохраняя выпрямитель от недопустимых перегрузок по току.

Сварочный пост может работать на 3-х основных режимах: холостой ход (х.х.), нагрузка, короткое замыкание (к.з). Для работы поста в любом его режиме справедлива зависимость

$$U_w = U_{PB} + U_d$$

где  $U_w$  - напряжение выпрямителя, В;

$U_{PB}$  - падение напряжения на балластном сопротивлении, В;

$U_d$  - напряжение сварочной дуги, В.

Регулировка сварочного тока поста осуществляется путем изменения сопротивления балластного реостата

$$I_a = \frac{U_w - U_d}{R_{PB}}$$

При нагружении выпрямителя используют  $R_{PB}$  двух или трех сварочных постов, устанавливая рубильниками разные значения токов короткого замыкания и постепенно увеличивая токи каждого поста.

При испытании одновременно снимать показания:

$$U_{a1}, I_{a1}, U_{PB1}; U_{a2}, I_{a2}, U_{PB2}; U_{a3}, I_{a3}, U_{PB3}; U_{a4}, I_{a4}$$

Если в бригаде более 10-ти человек нужно подключить третий пост.

Одновременно в схему испытания включить быстродействующие самопишущий приборы, фиксирующие  $U_{a1}(t), U_{a2}(t), U_w(t)$  для подсчета коэффициента одновременности системы. Показания приборов записать в табличной форме.

5. Для анализа работы системы построить графики зависимостей:

$$U_w = f(I_a), U_{PB} = f(I_a), U_d = f(I_a)$$

Содержание отчета

### Содержание отчета

1. Цель работы.

2. Технические данные испытуемого выпрямителя.

3. Принципиальная электрическая схема выпрямителя и краткое описание его работы.
4. Схема испытания.
5. Таблица с характеристикой выбранных приборов.
6. Таблица данных при испытании.
7. Выводы и заключения по работе.

#### Контрольные вопросы

1. Принципиальное отличие схемы силового выпрямления в выпрямителе, её достоинства и недостатки.
2. Работа сварочных постов от многопостового источника питания на разных режимах работы.
3. Способ подключения сварочных постов при централизованном снабжении сварочным током и регулирование тока на каждом посту.

#### Лабораторная работа № 5

#### АППАРАТЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ГОРЕНИЯ СВАРОЧНОЙ ДУГИ (4 часа)

**Цель работы:** изучить устройство осцилляторов и проанализировать область их применения при сварке.

#### Программа работ

1. Изучить предложенную конструкцию осциллятора. Определить способ его включения в цепь сварочной дуги.
2. Изучить конструкцию и принцип действия сварочного трансформатора
3. ТД-500, предлагаемого для испытаний в качестве источника питания сварочной дуги.
4. Разработать схему испытания работы осциллятора.
4. Предусмотреть защиту оборудования и электрических сетей от токов высокой частоты.
5. Установить фазовые соотношения между напряжением сварочного трансформатора и осциллятора.
6. Собрать схему испытания и исследовать эффективность работы данного осциллятора для поддержания стабильного горения дуги, а также в момент её зажигания
7. Сделать выводы по проделанной работе.

## Содержание работы

Осциллятор - это маломощный искровой генератор высокочастотных колебаний. При использовании сварочных осцилляторов и генераторов импульсов на дуговой промежуток помимо сварочного напряжения накладывается дополнительное высоковольтное напряжение, которое ионизирует дуговой промежуток. Частота колебаний контура в осцилляторе:

$$f_k = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{L_k C_k} - \frac{R_k^2}{4L_k^2}} \approx 250000 \text{ Гц}$$

т.к. активное сопротивление  $R_k$  - величина значительно меньшая остальных параметров контура, то частота  $f_k$  подбирается по  $C_k$  и  $L_k$ .

Основное назначение осциллятора:

- 1) облегчить зажигание дуги при переходе сварочного тона через нулевое значение и вначале работы;
- 2) повысить устойчивость работы на переменном токе;
- 2) устойчиво держать дугу при сварке на малых токах.

Осцилляторы применяются при аргодуговой сварке на переменном и постоянном токе. При ручной сварке, например, при сварке изделий с короткими швами использование осцилляторов не только позволяет применять экономически выгодную сварку на переменном токе, но и обеспечить повышение производительности труда на 20-25% за счет уменьшения времени, необходимого для возбуждения дуги в начале каждого шва. Широкое распространение ручной и механизированной сварки электро-заклёпками под слоем флюса было бы невозможно без использования осцилляторов. В последнее время осцилляторы нашли новое применение при возбуждении дуг в плазмотронах, используемых для сварки, резки, наплавки и металлизации.

Для изучения конструкции предложенных типов осцилляторов необходимо воспользоваться принципиальными электрическими схемами представленными на рис. 5.1 и 5.2.

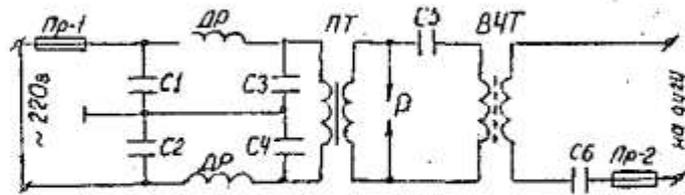


Рис. 5.1. Принципиальная электрическая схема осциллятора ОСПЗ-2М

Осциллятор ОСПЗ-2М в сварочную цепь включается параллельно дуге. Колебательный контур генерирует ток высокой частоты. Со сварочной цепью колебательный контур связан индуктивно через высокочастотный трансформатор. Выводы вторичной обмотки высокочастотного трансформатора подсоединяются: один к заземленной клемме, другой - через конденсатор  $C_6$  и предохранитель  $ПР2$  ко второй клемме.

Для устранения радиопомех в питающей сети на вход осциллятора устанавливается фильтр из защитного дросселя, собранного из 2-х катушек на общем сердечнике и конденсаторов. При однофазном питании осциллятора одно плечо фильтра не работает.

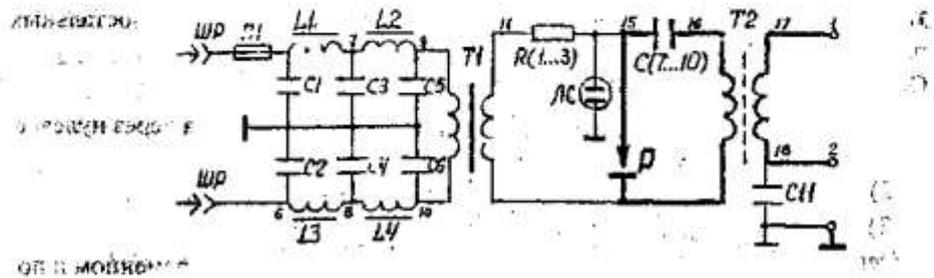


Рис.5.2. Принципиальная электрическая схема осциллятора типа ИСО

Как видно из последней схемы данный тип осциллятора включается последовательно в сварочную цепь. Осцилляторы в сварочную цепь до 400 А включаются последовательно с источником питания и дугой. В сварочную цепь с токами свыше 400 А осциллятор включается параллельно дуге, но при этом эффективность его работы уменьшается примерно вдвое (рис.5.3).

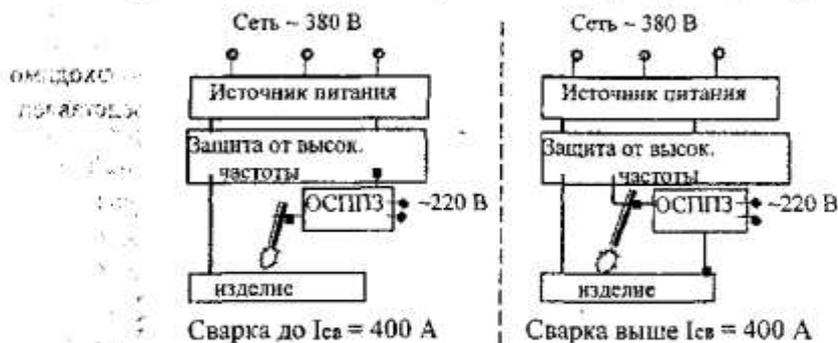


Рис.5.3. Схема включения осциллятора в сварочную цепь

Познакомившись с типом осциллятора и его назначением, установить, каким образом он подключается к дуге (последовательно или параллельно с источником питания) и к сети.

Открыть крышку. Осмотреть состояние и конструкцию отдельных её элементов. Изучить техническую документацию. Списать паспортные данные осциллятора представленные в табл. 5.1.

Таблица 5.1.

Технические характеристики

Осциллятор ОСПЗ-2М.	
Напряжение питания, В	220
Вторичное напряжение, В	6000
Потребляемая мощность при $f = 50$ Гц,	45
Частота, генерируемая колебательным контуром, кГц	500
Масса, кг	5
Осциллятор ИСО	
Напряжение сети, В	220
Частота сети, Гц	50
Потребляемая мощность, Вт	85
Частота колебаний, кГц	350
Амплитудное значение импульсов напряжения, В;	
а) при х.х.,	3500
б) при горения дуги	300-400
Длительность импульсов, в м/с	3-4
Масса, кг	10

Вычертить принципиальную электрическую схему осциллятора. Указать назначение всех элементов схемы. Разобраться в устройстве колебательного контура. Обратит внимание на особенности устройства повышающего входного трансформатора. Объяснить, как высокочастотные колебания передаются в дуговой промежуток. Уметь показать электрическую цепь, по которой проходит ток высокой частоты. Наконец, знать устройство фильтров от радиопомех и способы защиты осциллятора от сварочных токов.

В качестве основного источника питания сварочной дуги предлагается использовать сварочный трансформатор ТД-500 (лабораторная работа №1). В отчете следует описать назначение трансформатора ТД-500, составить его электромагнитную схему и записать его основные параметры. Указать его отличительные особенности от других сварочных трансформаторов. Перечислить преимущества и недостатки ТД-500 в эксплуатации. Для проведения испытания осциллятора достаточно составить структурную блок-схему включения его в сварочную цепь. Предусмотреть блок защиты источника питания сварочной дуги и электроизмерительных приборов от токов высокой частоты. Рассчитать сопротивление блокировочного конденсатора для токов высокой частоты и для сварочных токов при работе от трансформатора.

$$X_c = \frac{1}{\omega C_c}$$

где  $\omega = 2\pi f$  - угловая частота соответствующего тока, рад;

$C_c$  - емкость, фарад.

Разработке и опробованию способов защиты оборудования и электрических сетей от токов высокой частоты уделить особое внимание. Известно, что применение осцилляторов выводит из строя свыше 4 % оборудования ежемесячно. Длительность высокочастотных колебаний в каждом полупериоде сварочного тока находится в пределах 2-6 м/с, т.е. между группой затухающих колебаний получается пауза в 8-4 м/с. Наилучшие условия повторного зажигания дуги после смены полярности сварочного тока будут, когда группа импульсов высокой частоты совпадает с моментом перехода сварочного тока через ноль. Для этого начало действия осциллятора должно опережать сварочный ток на угол  $\theta < 90^\circ$ . Если соотношение фаз будет иным, то эффективность действия осциллятора резко снизится и может вообще отсутствовать. Сдвиг по фазе начала действия осциллятора зависит от соотношения резистивных и реактивных сопротивлений колебательного контура питающего трансформатора.

Для проведения испытания осциллятора собрать схему поста. Зазором разрядника осциллятора отрегулировать его настройку. Определить эффективность работы осциллятора при включении его на разном расстоянии от сварочного поста. Для этого при отключенном сварочном трансформаторе по линейке с миллиметровыми делениями определить воздушный максимальный промежуток, пробиваемый осциллятором. Вначале осциллятор установить в зале источников питания, затем - непосредственно на рабочем месте сварщика. Опыт зафиксировать и записать в отчет полученные величины пробиваемого зазора, мм. Отрегулировать величину сварочного тока.



Подключить сварочный трансформатор и величину сварочного тока. Добиться наплавки валика голым электродом или электродами УОНИИ-13/45 диаметром 4 мм. Занести параметры данного режима и эскиз валика в отчет. Отключить осциллятор, попробовать наплавить валик снова. Сварочный ток надо несколько увеличить. Результат опять занести в отчет.

Для получения меньших погрешностей в предлагаемой работе необходимо использовать электронный осциллограф и электроизмерительные приборы повышенной точности.

В заключение надо перечислить, для каких видов сварки и каких сплавов необходимо применение осцилляторов. Какие из рассматриваемых типов осцилляторов являются эффективными и почему? Как настраивать осциллятор: на большую амплитуду колебаний или на большую длительность их. Изложить основные требования к осцилляторам в момент зажигания дуги, а также для поддержания стабильности горения дуги.

Вычертить кривые тока или напряжения на дуге в функции времени с наложением тока или напряжения от осциллятора.

#### Контрольные вопросы

1. Что такое осциллятор?
2. Как отрегулировать осциллятор при сварке меди?
3. Назначение осциллятора в установках для сварки алюминиево-магниевых сплавов?
4. Как защитить от действия высокочастотных колебаний коллектор сварочного генератора или электронные блоки выпрямителей?
5. К какому типу трансформаторов относится ТД-500?
6. Какие по величине напряжение и частота на выходе осциллятора?

#### Литература

1. Александров А.Г., Заруба И.И., Пиньковский И.Б. Источники питания для дуговой и электрошлаковой сварки. - Днепропетровск: Проминь, 1976. - 200 с.
2. Александров А.Г., Заруба И.И., Пиньковский И.Б. Эксплуатация сварочного оборудования. - Киев: Будивельник, 1978. - 72с.
3. Браткова О.Н. Источники питания сварочной дуги. - М.: Высшая школа, 1982. - 132с.
4. Недорезов В.Е. Электросварочные машины. - М.: Машиностроение, 1977. - 312 с.

5. Патон Б.Е., Лебедев В.К. Электрооборудование для дуговой и шлаковой сварки. – М.: Машгиз, 1966. – 124 с.
6. Сварка в машиностроении.- М.: Машиностроение, 1979.- Т. 4 - 512 с.
7. Справочник сварщика. /Под ред. В.В.Степанова.- М.: Машиностроение, 1976.- 302 с.
8. Цукерман М.Б. Источники питания сварочной дуги и электрошлакового процесса.- М.: Высшая школа, 1974.- 256 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Общие указания.....	3
Техника безопасности при выполнении лабораторных работ.....	3
Правила включения и эксплуатации сварочных трансформаторов.....	4
Лабораторная работа №1 ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ ПРИГОДНОСТИ СВАРОЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА К ОПРЕДЕЛЕННОМУ ВИДУ СВАРКИ.....	5
Лабораторная работа №2 ИСПЫТАНИЕ СВАРОЧНОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ.....	12
Лабораторная работа №3 ИЗУЧЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОГО СВАРОЧНОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ.....	17
Лабораторная работа №4 ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ СВАРОЧНЫХ ПОСТОВ .....	22
Лабораторная работа №5 ИЗУЧЕНИЕ АППАРАТОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ГОРЕНИЯ СВАРОЧНОЙ ДУГИ.....	26