

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Материаловедения, сварочных и аддитивных технологий»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №5 от 21 января 2025 г.

Рабочая программа дисциплины
«ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ДЛЯ СВАРКИ»

Направление: 15.03.01 Машиностроение

Оборудование и технология сварочного производства

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью
Составитель программы: Вулых Николай Валерьевич
Дата подписания: 13.06.2025

Документ подписан простой электронной подписью
Утвердил и согласовал: Балановский Андрей Евгеньевич
Дата подписания: 18.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Источники питания для сварки» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-5 Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование	ОПК ОС-5.4
ОПК ОС-6 Способен контролировать и обеспечивать производственную и экологическую безопасность на рабочих местах	ОПК ОС-6.3

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-5.4	Использует знания по источникам питания и сварочному оборудованию при внедрении и освоении нового оборудования	Знать требования к источникам питания для различных способов сварки; Уметь выбрать источник питания для данного способа сварки. Владеть навыками выбора марки и технических параметров источника питания и ввода данной информации в технологическую документацию
ОПК ОС-6.3	Знает требования безопасности к устройству, характеристикам и эксплуатации источников питания для сварки	Знать требования безопасного устройства и эксплуатации источников питания; Уметь определить выполнение требований безопасности при эксплуатации источников питания; Владеть навыками выполнения требований к безопасной эксплуатации источников питания.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Источники питания для сварки» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Основы сварочного производства», «Физика», «Физико-химические процессы при сварке»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Источники энергии для сварочных процессов», «Материалы для инновационных технологий», «Сварка специальных материалов», «Теория сварочных процессов», «Технология сварки плавлением и давлением», «Упрочняющие и восстановительные технологии», «Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	48	48
лекции	32	32
лабораторные работы	16	16
практические/семинарские занятия	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	33	33
Трудоемкость промежуточной аттестации	27	27
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 5

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Общие сведения и требования к источникам питания для дуговой сварки.	1	4					3	24	Устный опрос
2	Свойства и характеристики источников питания	2	4	1	4					Устный опрос
3	Сварочные трансформаторы для дуговой и контактной сварки	3	10	3	8			1	6	Устный опрос
4	Сварочные выпрямители и инверторы	4, 5	14	2	4			2	3	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								27	Экзамен
	Всего		32		16				60	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Общие сведения и требования к	Назначение и основные типы источников. Виды режимов работы. Продолжительный,

	источникам питания для дуговой сварки.	перемежающийся и повторно-кратковременный режимы. Нагрузочные диаграммы и кривые нагрева. Номинальные значения тока, напряжения, мощности и режима работы. Длительность цикла работы. Длительность цикла работы при перемежающемся и повторно-кратковременном режимах работы источников для ручной дуговой сварки, для механизированной сварки и для универсальных источников. Климатическое исполнение, категория размещения и степень защиты источников. Структура обозначения по ГОСТу источников питания и установок для дуговой сварки. Действующие ГОСТы на источники питания для дуговой сварки
2	Свойства и характеристики источников питания	Электрические характеристики дуги и источника. Вольт-амперная характеристика дуги при постоянной длине. Зависимость напряжения на дуге от ее длины при постоянном токе. Условия устойчивости энергетической системы «источник—сварочная дуга—шов». Особенности горения дуги переменного тока. Роль реактивных сопротивлений цепи дуги в повышении устойчивости ее горения. Динамическая характеристика дуги переменного тока и циклограмма процесса сварки. Сварочные свойства источника. Технологические свойства источника питания. Определение понятия технологических свойств. Требования к технологическим свойствам и к технико-экономическим показателям источников питания для дуговой сварки. Основные требования к источникам промышленного назначения. Классификация и технические характеристики источников
3	Сварочные трансформаторы для дуговой и контактной сварки	Принцип работы однопостовых сварочных трансформаторов с повышенным магнитным рассеянием. Сравнение с первыми сварочными трансформаторами типа СТЭ. Классификация современных сварочных трансформаторов с повышенным рассеянием по принципу формирования падающей внешней характеристики, регулирования тока и создания условий для устойчивого горения дуги. Функциональные схемы трансформаторов. Трансформаторы машин контактной сварки Принцип работы машин точечной, шовной и стыковой сварки. Образование соединения при точечной- шовной и стыковой сварке. Электрические режимы работы машин контактной сварки. Электрическая часть контактных машин. Конструкция трансформатора. Характеристики

4	Сварочные выпрямители и инверторы	<p>машин контактной сварки и их трансформаторов</p> <p>Сварочные выпрямители для дуговой сварки</p> <p>Классификация и функциональные схемы сварочных выпрямительных установок. Функции, выполняемые отдельными блоками.</p> <p>Полупроводниковые вентили, применяемые в сварочных выпрямительных установках.</p> <p>Неуправляемые и управляемые вентили.</p> <p>Назначение и схема включения цепей. Принцип работы трехфазной мостовой схемы выпрямления.</p> <p>Мгновенная коммутация и процесс коммутации при наличии значительных индуктивностей в фазах силового трансформатора и в цепи выпрямленного тока. Режимы двух вентильной и трех вентильной коммутации. Формы кривых выпрямленного напряжения и тока. Частота пульсаций. Количественные соотношения между величинами напряжений на входе и выходе выпрямительного блока. Внешняя характеристика выпрямительного блока. Сварочные выпрямители с падающими характеристиками (тип ВД) и др.</p> <p>Инверторные источники питания Классификация и функциональные схемы сварочных инверторных источников. Функции, выполняемые отдельными блоками. Свойства и условия работы полупроводниковых приборов. Принцип работы тиристорного сварочного инвертора. Процесс коммутации при наличии значительных индуктивностей в фазах силового трансформатора и в цепи выпрямленного тока. Полумостовой и мостовой инверторы. Формы кривых выпрямленного напряжения и тока. Частота пульсаций.</p>
---	-----------------------------------	--

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 5

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Изучение устройства и работы источников питания Исследование внешней вольтамперной характеристики источников питания	4
2	Изучение сварочного выпрямителя с падающей внешней характеристикой.	4
3	Изучение сварочного трансформатора с развитым магнитным рассеянием и подвижными обмотками.	8

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	6
2	Подготовка к экзамену	3
3	Проработка разделов теоретического материала	24

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: дискуссия

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам: – Астафьева Н.А. Методические указания по освоению дисциплины по курсу «Источники питания для сварки». – Иркутск, 2018. – 13 с. (электронный ресурс)

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Цель работы: Закрепление теоретического материала и практических навыков решения задач.

Описание процедуры: Для лучшего усвоения лекционного материала и приобретения навыков его применения предусмотрено выполнение контрольных работ. В ходе выполнения контрольной работы каждому студенту выдаются вопросы и индивидуальный вариант задания.

Вопросы для контрольной работы. - Составьте уравнение вольт-амперной характеристики источника переменного тока – трансформатора представить ее в табличном и графическом виде. - Рассчитайте основные электрические параметры трансформатора для предложенного варианта задания.

Вопросы теста:

1. В какой части сварочной дуги максимальная напряженность электрического поля?

- a. в прианодной области
- b. в столбе дуги
- c. в прикатодной области
- d. в прикатодной области и в столбе дуги
- e. напряженность во всех областях одинаковая.

2. В какой части сварочного промежутка максимальная температура?

- a. в прианодной области
- b. в столбе дуги
- c. в прикатодной области
- d. температура везде одинаковая
- e. в сварочной ванне

3. При какой полярности сварочная дуга оказывает максимальное давление на сварочную ванну?

- a. при прямой полярности
- b. при обратной полярности

- c. при переменном токе
 - d. не оказывает никакого давления
 - e. при любой полярности и наложении импульсов прямой полярности
4. Какая должна быть внешняя характеристика источника питания для дуговой сварки?
- a. падающая характеристика источника тока
 - b. жесткая характеристика источника напряжения
 - c. характеристика зависит от способа сварки
 - d. возрастающая характеристика источника напряжения
 - e. крутопадающая характеристика источника тока
5. Что такое номинальный режим?
- a. режим с максимальным током
 - b. режим, который чаще используется
 - c. стандартный режим, на который рассчитан источник
 - d. режим с максимальным КПД
 - e. режим без перерывов в работе
6. Какой стандартный ГШ для источников на ток 300.. 500 А?
- a. 20%
 - b. 40%
 - c. 60%
 - d. 75%
 - e. 100%
7. Что определяет параметр $\cos\alpha$ (коэффициент мощности)?
- a. часть мощности источника, используемая на плавление электрода
 - b. запаздывание фазного тока относительно фазного напряжения
 - c. соотношение потребляемых источником активной и полной мощностей
 - d. соотношение полезной и полной мощностей
 - e. соотношение потребляемых источником реактивной и полной мощностей
9. Какое максимальное напряжение холостого хода сварочного источника по ГОСТ?
- a. 70В
 - b. 80В
 - c. 90В
 - d. 100В
 - e. 110В
10. Трансформатор для ручной сварки должен иметь:
- a. регулировку сварочного тока
 - b. регулировку сварочного напряжения
 - c. регулировку тока короткого замыкания
 - d. компенсатор реактивной мощности
 - e. осциллятор

Критерии оценки: при защите студент должен уметь объяснить ход решения задачи, ответить на вопросы теста, пояснить все приведенные расчеты и выводы. При выполнении этих требований индивидуальное задание считается зачтенным. Индивидуальное задание считается не зачтенным, если оно не выполнено, неправильно решены задачи, не пройдена процедура защиты или не даны ответы на вопросы теста.

6.1.2 Отчет по лабораторной работе

Лабораторная работа 1. Изучение устройства и работы источников питания
Исследование внешней вольтамперной характеристики источников питания.

Описание процедуры: Процедура одинаковая для всех лабораторных работ. Каждый студент должен выполнить предусмотренные программой лабораторные работы. При подготовке к лабораторной работе следует изучить по лекциям и учебникам

теоретический материал по теме работы, ознакомиться с методическими указаниями и сформулировать ответы на контрольные вопросы. По выполненной работе составить отчет, который должен содержать титульный лист с указанием названия работы, фамилии, имени и отчества студента и группы; цель работы; расчёты, зарисовки, графики и иные материалы, полученные в результате работы; выводы; ответы на содержащиеся в задании контрольные вопросы. Отчёт оформляется в соответствии с требованиями, приведёнными в методических указаниях к лабораторной работе. Защита отчёта по лабораторной работе осуществляется на занятии, следующем после ее выполнения. Защита проходит в форме собеседования.

Вопросы для контроля:

1. В чем заключается сущность электродуговой сварки?
2. На что расходуется электрическая мощность источника питания?
3. Какие требования предъявляются к источникам питания?
4. Какие могут быть внешние вольтамперные характеристики источников питания?
5. Как различают источники тока по конструкции, по роду тока и количеству постов?
6. Как расшифровать марку источника питания?
7. Как рассчитать продолжительность работы источника питания и его добротность?
8. Как рассчитать расход электроэнергии при сварке?
9. Как осуществляется регулирование тока сварки?

Критерии оценки: одинаковые для всех лабораторных работ.

При защите студент должен уметь объяснить цели, задачи, ход проведения работы, ответить на контрольные вопросы. При выполнении этих требований лабораторная работа считается зачтённой. Работа считается незачтённой, если она не выполнена или не пройдена процедура защиты, не даны ответы на контрольные вопросы.

Лабораторная работа 2. Изучение сварочного выпрямителя с падающей внешней характеристикой.

Описание процедуры: такая же, как в лабораторной работе 1.

Вопросы для контроля:

Каков состав однофазного сварочного выпрямителя?

Перечислите многофазные схемы выпрямления.

Какая роль сварочного дросселя в процессе сварки?

Объясните роль блока подпитки.

Перечислите датчики тока.

Какую роль играет блок фазового регулирования?

В каких случаях экономически целесообразно применять многопостовые источники питания?

Критерии оценки: Те же, как в лабораторной работе 1.

Лабораторная работа 3. Изучение сварочного трансформатора с развитым магнитным рассеянием и подвижными обмотками.

Описание процедуры: такая же, как в лабораторной работе 1.

Вопросы для контроля:

1. Какие основные требования предъявляются к параллельной работе трансформаторов?

2. В чем сложность подключения сварочных генераторов на параллельную работу?

3. Чем отличается подключение на параллельную работу агрегатов от преобразователей?

3. Принцип действия сварочного трансформатора?

4. Какие существуют виды магнитного рассеяния, и какую роль они играют при формировании внешней характеристики трансформатора?

5. Чем отличается принцип механического регулирования тока от фазового?
6. Принципиальная разница между цепью подпитки и импульсной стабилизацией?
7. Чем отличается трансформатор с повышенным магнитным рассеянием от трансформатора с нормальным рассеянием?
- Критерии оценки: Те же, как в лабораторной работе 1.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 5 | Устный опрос

Описание процедуры.

Цель работы: Закрепление теоретического материала и практических навыков решения задач.

Описание процедуры: Для лучшего усвоения лекционного материала и приобретения навыков его применения предусмотрено выполнение контрольных работ. В ходе выполнения контрольной работы каждому студенту выдаются вопросы и индивидуальный вариант задания.

Вопросы для контрольной работы. - Составьте уравнение вольт-амперной характеристики источника переменного тока – трансформатора представить ее в табличном и графическом виде. - Рассчитайте основные электрические параметры трансформатора для предложенного варианта задания.

Вопросы теста:

1. В какой части сварочной дуги максимальная напряженность электрического поля?
 - a. в прианодной области
 - b. в столбе дуги
 - c. в прикатодной области
 - d. в прикатодной области и в столбе дуги
 - e. напряженность во всех областях одинаковая.
2. В какой части сварочного промежутка максимальная температура?
 - a. в прианодной области
 - b. в столбе дуги
 - c. в прикатодной области
 - d. температура везде одинаковая
 - e. в сварочной ванне
3. При какой полярности сварочная дуга оказывает максимальное давление на сварочную ванну?
 - a. при прямой полярности
 - b. при обратной полярности
 - c. при переменном токе
 - d. не оказывает никакого давления
 - e. при любой полярности и наложении импульсов прямой полярности
4. Какая должна быть внешняя характеристика источника питания для дуговой сварки?
 - a. падающая характеристика источника тока
 - b. жесткая характеристика источника напряжения
 - c. характеристика зависит от способа сварки
 - d. возрастающая характеристика источника напряжения

- e. крутопадающая характеристика источника тока
- 5. Что такое номинальный режим?
 - a. режим с максимальным током
 - b. режим, который чаще используется
 - c. стандартный режим, на который рассчитан источник
 - d. режим с максимальным КПД
 - e. режим без перерывов в работе
- 6. Какой стандартный ГШ для источников на ток 300.. 500 А?
 - a. 20%
 - b. 40%
 - c. 60%
 - d. 75%
 - e. 100%
- 7. Что определяет параметр $\cos\alpha$ (коэффициент мощности)?
 - a. часть мощности источника, используемая на плавление электрода
 - b. запаздывание фазного тока относительно фазного напряжения
 - c. соотношение потребляемых источником активной и полной мощностей
 - d. соотношение полезной и полной мощностей
 - e. соотношение потребляемых источником реактивной и полной мощностей
- 9. Какое максимальное напряжение холостого хода сварочного источника по ГОСТ?
 - a. 70В
 - b. 80В
 - c. 90В
 - d. 100В
 - e. 110В
- 10. Трансформатор для ручной сварки должен иметь:
 - a. регулировку сварочного тока
 - b. регулировку сварочного напряжения
 - c. регулировку тока короткого замыкания
 - d. компенсатор реактивной мощности
 - e. осциллятор

Критерии оценивания.

Отлично Хорошо Удовлетворительно Неудовлетворительно

Усвоил материал курса глубоко и прочно, излагает его логически стройно, с полным пониманием существа вопроса. Правильно отвечает при видоизменении вопроса (задания), свободно выполняет задания, предлагаемые экзаменатором, правильно обосновывает принятые решения. Знает рекомендованную литературы. Знает материал курса и умеет практически использовать его. В основном, удовлетворяет требованиям на оценку «отлично», однако допускает при ответе несущественные неточности, погрешности в изложении, небрежности в оформлении записей и рисунков.

Знает основные положения курса, но не проявляет должную глубину в понимании существа вопросов. Допускает существенные неточности, поверхностные формулировки. Излагает материал нелогично, испытывает затруднения в практическом применении знаний. Не знает основных положений курса либо не знает или не понимает значительной части материала, допускает существенные ошибки при ответах, не выполняет предложенные задания.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ОПК ОС-5.4	Знает требования к источникам питания и сварочному оборудованию и может внести данные в техническую документацию	Фонд оценочных средств по дисциплине «Источники питания для сварки». Вид промежуточной аттестации – экзамен
ОПК ОС-6.3	Знает требования безопасности к источникам питания для сварки и требования по обеспечению электробезопасности на сварочном посту	Фонд оценочных средств по дисциплине «Источники питания для сварки». Вид промежуточной аттестации – экзамен

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 5, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

1. Формой итоговой аттестации по дисциплине является экзамен. Для подготовки к экзамену студентам выдаётся список вопросов по всему курсу.
2. Для допуска к экзамену студенты должны:
 - а) выполнить и защитить лабораторные работы;
 - б) выполнить и защитить индивидуальные задания.
3. Для оценки знаний на экзамене студенту предлагается билет, содержащий два вопроса и задачу. В зависимости от ответа студента экзаменатор может задать дополнительные вопросы как связанные с темами вопросов, содержащихся в билете, так и не связанные с ними.

Пример задания:

1. Сварочная дуга. Физические процессы, протекающие в дуге.
2. . Понятие об эластичности дуги.
3. Принцип действия коллекторного генератора постоянного тока с независимым возбуждением._

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Усвоил материал курса глубоко и прочно, излагает его логически стройно, с полным пониманием существа вопроса. Правильно отвечает при видоизменении вопроса (задания), свободно выполняет задания, предлагаемые экзаменатором, правильно	Знает материал курса и умеет практически использовать его. В основном, удовлетворяет требованиям на оценку «отлично», однако допускает при ответе несущественные неточности, погрешности в изложении,	Знает основные положения курса, но не проявляет должную глубину в понимании существа вопросов. Допускает существенные неточности, поверхностные формулировки. Излагает материал нелогично, испытывает затруднения в практическом применении знаний.	Не знает основных положений курса либо не знает или не понимает значительной части материала, допускает существенные ошибки при ответах, не выполняет предложенные задания.

7 Основная учебная литература

1. Источники питания для сварки : учебно-методическое пособие / В.С.Милютин, А.В.Матушкин ; М-во науки и высшего образования РФ. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2023. — С.89,[3]с. — ISBN 978-5-7996-3729-3. — Текст : непосредственный.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Милютин В. С. Источники питания для сварки : учебник для вузов по направлению подготовки дипломированных специалистов 150200 "Машиностроительные технологии и оборудование" / В. С. Милютин, М. П. Шалимов, С. М. Шанчуров, 2007. - 2007.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Свободно распространяемое программное обеспечение майкросовт

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. . 317232 Сварочный полуавтомат Торнадо-180 2. 317234 Аппарат контактной сварки ТОР 3. 314746 Полуавтомат 4. 314585 Сварочный выпрямитель ВДГ-303 5. Полуавтомат Кетромат 1701 сварочный 6. 313849 Сварочный трансформатор 7. 5932 Машина д/шовной сварки МШМ-25 8. 5939 Машина для конденсаторной сварки металлов ТКМ-7 9. 314619 Установка"Лига"-03 10. 5954 Машина точечная сварки МТП-200 11. 5938 Машина стыковая сварочная МСР-100 12. 5953 Машина МШ-2001 13. Компрессор А29В/50 СМЗ (320 л/мин, 50л, 10бар, 2,2кВт, 220В, рапид) 14. 30525 Стол сварщика УХП-4 15. 310899Стол сварщика УХП-4 16. 312369 Автомат св.АДФ-1202 с источником ВДУ-1202