

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 ЭНЕРГИИ ДЛЯ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ»

Направление: 15.03.01 Машиностроение

Оборудование и технология сварочного производства

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Балановский
Андрей Евгеньевич
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 энергии для сварочных процессов» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-1 Способность применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК ОС-1.18

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-1.18	Может обоснованно выбрать источники энергии для сварочных процессов	Знать основные типы специальных источников энергии для сварки и наплавки; Уметь обосновать выбор типа источника энергии для сварки и наплавки; Владеть навыками: выбора типа источника энергии для сварки

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Источники энергии для сварочных процессов» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Физика», «Химия», «Физико-химические процессы при сварке»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Автоматизация сварочных процессов», «Аддитивные технологии в сварочном производстве», «Источники питания для сварки»

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 № 4
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	32	32
лекции	16	16
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	16	16
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	76	76
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0

Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет
--	-------	-------

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 4

№ 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	Процессы в дуговом разряде	1	2			1, 2	6	1	20	Устный опрос
2	электромагнетизм в сварочной дуге	2	6			3, 4	10			Устный опрос
3	типы дуговых разрядов	3	4							Реферат
4	Другие источники энергии при сварке, комбинированные источники энергии	4	4					2	56	Реферат
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		16				16		76	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Процессы в дуговом разряде	Законы и закономерности дугового процесса. Излучение плазмы. Саморегулирование в столбе дуги. Приэлектродные области дугового разряда и процессы на поверхности твердых тел. Баланс энергии в приэлектродных областях
2	электромагнетизм в сварочной дуге	Магнитогидродинамика сварочной дуги. Перенос металла в сварочных дугах
3	типы дуговых разрядов	Разновидности дуговых разрядов, при-меняемых в сварочном производстве. Виды и особенности сжатых дуг
4	Другие источники энергии при сварке, комбинированные источники энергии	Термические недуговые источники энергии. Электронно-лучевые источники. Физические характеристики лазеров. Электрошлаковая ванна. Газопламенные источники. Термопрессовые источники энергии. Прессовомеханические источники энергии

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 4

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Процессы в дуговом разряде. Законы и закономерности дугового процесса.	4
2	Температура, концентрация заряженных частиц, свободный пробег заряженных частиц, слабо ионизированная и сильно ионизированная плазма	2
3	Изучение приэлектродных областей дугового разряда и процессов на поверхности твердых тел.	4
4	Элементы термодинамики плазмы, приэлектродные процессы, процессы переноса плазмы сварочной дуги, магнитогидродинамика сварочной дуги.	6

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к зачёту	20
2	Проработка разделов теоретического материала	56

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

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во акад. часов
1	Процессы в дуговом разряде. Законы и закономерности дугового процесса.	2
2	Температура, концентрация заряженных частиц, свободный пробег заряженных частиц, слабо ионизированная и сильно ионизированная плазма	2
3	Изучение приэлектродных областей дугового разряда и процессов на поверхности твердых тел.	2
4	Элементы термодинамики плазмы, приэлектродные процессы, процессы переноса плазмы сварочной дуги, магнитогидродинамика сварочной дуги.	2
	Итого	8

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Задачи практических работ:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- выработка при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Состав заданий для практической работы спланирован с расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством студентов. За время, отведенное на подготовку и защиту практических работ, студент должен изучить материал по теме работы и предварительно ознакомиться с порядком ее выполнения. При подготовке к практическим работам следует ознакомиться с методическими указаниями и сформулировать ответы на контрольные вопросы. Отчёт оформляется в соответствии с требованиями, указанными в методических указаниях.

Типовые требования к отчётным материалам: Отчет должен содержать титульный лист с указанием названия работы, фамилии, имени и отчества студента, факультета и группы. В текстовой части указать цель работы, кратко изложить теоретические сведения, решение задания, ответить на контрольные вопросы. Защита практических работ проходит в форме собеседования

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

.Хорошо составленный конспект помогает усвоить материал. В конспекте кратко излагается основная сущность учебного материала, приводятся необходимые обоснования, табличные данные, схемы, эскизы, расчеты и т.п. Конспект целесообразно составлять целиком на тему. При этом имеется возможность всегда дополнять составленный конспект вырезками и выписками из журналов, новых учебников, брошюр по обмену опытом, данных из Интернета и других источников. Таким образом, конспект становится сборником необходимых материалов, куда студент вносит всё новое, что он изучил, узнал.

Схематизация составления конспекта 1. Первичное ознакомление с материалом изучаемой темы по тексту учебника, картам, дополнительной литературе. 2. Выделение главного в изучаемом материале, составление обычных кратких записей. 3. Подбор к данному тексту опорных сигналов в виде отдельных слов, определённых знаков, графиков, рисунков. 4. Продумывание схематического способа кодирования знаний, использование различного шрифта и т.д. 5. Составление опорного конспекта.

Форма контроля и критерии оценки .Оценка «5» Полнота использования учебного материала. Объём конспекта – 1 тетрадная страница на один раздел или один лист формата А 4. Логика изложения (наличие схем, количество смысловых связей между понятиями). Наглядность (наличие рисунков, символов, и пр.; аккуратность выполнения, читаемость конспекта. Грамотность (терминологическая и орфографическая). Отсутствие связанных предложений, только опорные сигналы – слова, словосочетания, символы.

Самостоятельность при составлении. Оценка «4» Использование учебного материала не полное. Объём конспекта – 1 тетрадная страница на один раздел или один лист формата А 4. Не достаточно логично изложено (наличие схем, количество смысловых связей между понятиями). Наглядность (наличие рисунков, символов, и пр.; аккуратность выполнения, читаемость конспекта. Грамотность (терминологическая и орфографическая). Отсутствие связанных предложений, только опорные сигналы – слова, словосочетания, символы.

Самостоятельность при составлении. Оценка «3» Использование учебного материала не полное. Объём конспекта – менее одной тетрадной страницы на один раздел или один лист формата А 4. Не достаточно логично изложено (наличие схем, количество смысловых связей между понятиями). Наглядность (наличие рисунков, символов, и пр.;

аккуратность выполнения, читаемость конспекта. Грамотность (терминологическая и орфографическая). Отсутствие связанных предложений, только опорные сигналы – слова, словосочетания, символы. Самостоятельность при составлении. Не разборчивый почерк. Оценка «2» Использование учебного материала не полное. Объём конспекта – менее одной тетрадной страницы на один раздел или один лист формата А 4. Отсутствуют схемы, количество смысловых связей между понятиями. Отсутствует наглядность (наличие рисунков, символов, и пр.; аккуратность выполнения, читаемость конспекта. Допущены ошибки терминологические и орфографические. Отсутствие связанных предложений, только опорные сигналы – слова, словосочетания, символы. Не самостоятельность при составлении. Не разборчивый почерк.

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 4 | Устный опрос

Описание процедуры.

. Первичное ознакомление с материалом изучаемой темы по тексту учебника, картам, дополнительной литературе. 2. Выделение главного в изучаемом материале, составление обычных кратких записей. 3. Подбор к данному тексту опорных сигналов в виде отдельных слов, определённых знаков, графиков, рисунков. 4. Продумывание схематического способа кодирования знаний, использование различного шрифта и т.д. 5. Составление опорного конспекта.

Критерии оценивания.

Форма контроля и критерии оценки .Оценка «5» Полнота использования учебного материала. Объём конспекта – 1 тетрадная страница на один раздел или один лист формата А 4. Логика изложения (наличие схем, количество смысловых связей между понятиями). Наглядность (наличие рисунков, символов, и пр.; аккуратность выполнения, читаемость конспекта. Грамотность (терминологическая и орфографическая). Отсутствие связанных предложений, только опорные сигналы – слова, словосочетания, символы. Самостоятельность при составлении. Оценка «4» Использование учебного материала не полное. Объём конспекта – 1 тетрадная страница на один раздел или один лист формата А 4. Не достаточно логично изложено (наличие схем, количество смысловых связей между понятиями). Наглядность (наличие рисунков, символов, и пр.; аккуратность выполнения, читаемость конспекта. Грамотность (терминологическая и орфографическая). Отсутствие связанных предложений, только опорные сигналы – слова, словосочетания, символы. Самостоятельность при составлении. Оценка «3» Использование учебного материала не полное. Объём конспекта – менее одной тетрадной страницы на один раздел или один лист формата А 4. Не достаточно логично изложено (наличие схем, количество смысловых связей между понятиями). Наглядность (наличие рисунков, символов, и пр.; аккуратность выполнения, читаемость конспекта. Грамотность (терминологическая и орфографическая). Отсутствие связанных предложений, только опорные сигналы – слова, словосочетания, символы. Самостоятельность при составлении. Не разборчивый почерк. Оценка «2» Использование учебного материала не полное. Объём конспекта – менее одной тетрадной страницы на один раздел или один лист формата А 4. Отсутствуют схемы, количество смысловых связей между понятиями. Отсутствует наглядность (наличие рисунков, символов, и пр.; аккуратность выполнения, читаемость конспекта.

Допущены ошибки терминологические и орфографические. Отсутствие связанных предложений, только опорные сигналы – слова, словосочетания, символы. Не самостоятельность при составлении. Не разборчивый почерк.

6.1.2 семестр 4 | Реферат

Описание процедуры.

Практическое занятие 1. Процессы в дуговом разряде. Законы и закономерности дугового процесса.

Описание процедуры: Процедура одинаковая для всех практических занятий.

Каждый студент должен выполнить предусмотренные рабочей программой дисциплины практические занятия. При подготовке к практическому занятию студент должен изучить материал по теме работы, ознакомиться с методическими указаниями и сформулировать ответы на контрольные вопросы. Отчёт оформляется на занятии в соответствии с требованиями, указанными в методических указаниях. Защита отчётов по практическим занятиям проходит в форме собеседования

Контрольные вопросы

1. Кто открыл дуговой разряд?
2. Виды дугового разряда?
3. Вольтамперная характеристика дугового разряда?
4. Отличие типов дугового разряда друг от друга?

Критерии оценивания.

Критерии оценки одинаковые для всех практических занятий.

При защите студент должен уметь объяснить ход выполнения задания, ответить на контрольные вопросы, обосновать сделанные выводы. При выполнении этих требований практическое занятие считается зачтённым. Практическое занятие считается незачтённым, если оно не выполнено, не пройдена процедура защиты или не даны ответы на контрольные вопросы

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-1.18	Свободно владеет теоретическим материалом и практическими навыками в полном объёме, выполняет различные виды заданий, правильно обосновывает принятые решения.	Фонд оценочных средств по дисциплине «Источники энергии для сварочных процессов». Вид промежуточной аттестации –

		зачет.
--	--	--------

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 4, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

. Для допуска к экзамену студенты должны:

- а) выполнить и защитить лабораторные работы и отчёты по практическим занятиям;
- б) выполнить и защитить все 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.

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.

Пример задания:

Вопросы для подготовки к экзамену:

1. Какие существуют межатомные связи, какова их природа?
2. Каковы особенности ковалентной, ионной, металлической и молекулярной связей? Как эти особенности влияют на физические свойства кристаллов?
3. Какова сущность стадийности сварки?
4. В чем заключается основное отличие сварки плавлением от сварки давлением?
5. В чем состоит основное отличие сварки плавлением от пайки?
6. В чем заключается основное отличие пайки от склеивания?
7. Чем отличается физическое определение сварки от термодинамического?
8. Назовите основные признаки классификации сварочных процессов.
9. В каких случаях целесообразно использовать удельную энергию при оценке энергетической эффективности сварки?
10. Что такое газовый разряд?
11. Основная классификация газовых разрядов по внешнему виду.
12. Каковы основные различия тлеющего разряда и дуги?
13. Назовите зоны дуги и отметьте их основные особенности.

14. Назовите основные способы возбуждения дуги.
15. Что такое вольт-амперная характеристика дуги? Опишите ее основные особенности.
16. Сформулируйте определение плазмы. Каковы ее основные параметры?
17. В чем физический смысл максвелловского распределения частиц газа по скоростям?
18. В каких единицах выражается температура плазмы?
19. В чем суть квазинейтральности плазмы?
20. В чем заключается эффект Рамзауэра?
21. В чем сущность ионизации газа? Чем оценивается степень ионизации?
22. Что такое потенциал ионизации? Чему равны потенциалы ионизации аргона и гелия?
23. В каких единицах выражается удельная электропроводность плазмы?
24. В чем физический смысл уравнения Саха?
25. Как определяется эффективный потенциал ионизации газовой смеси?
26. Назовите основные виды эмиссии электронов.
27. Опишите основные процессы в катодной области дуги.
28. От каких факторов зависит процесс термоэлектронной эмиссии (зависимость Ричардсона – Дэшмана)?
29. В чем заключается эффект Шоттки?
30. От каких факторов зависит плотность тока автоэлектронной эмиссии (формула Фаулера – Нордгейма)?
31. Опишите основные процессы в анодной области дуги.
32. Какое влияние оказывают анодное (U_a) и катодное (U_k) падения потенциала на производительность расплавления анода и катода?
33. На каком электроде сварочной дуги выделяется больше энергии?
34. В чем состоит физический смысл пинч-эффекта?
35. Какое влияние оказывает продольное внешнее магнитное поле на поведение сварочной дуги?
36. Какое влияние оказывает поперечное внешнее магнитное поле на поведение сварочной дуги?
37. Назовите основные виды переноса металла в сварочной дуге?
38. Каковы основные особенности сварочной дуги переменного тока?
39. В чем проявляется вентильный эффект при дуговой сварке на переменном токе?
40. Назовите основные виды сварочных дуг.
41. Назовите основные особенности ручной дуговой сварки металлическими электродами с покрытием.
42. Назовите основные особенности дуговой сварки под флюсом.
43. Назовите основные особенности аргонодуговой сварки неплавящимся электродом.
44. В чем различие сварочных дуг с неплавящимся электродом, существующих в среде гелия и аргона?
45. Назовите основные особенности дугового разряда с полым неплавящимся катодом в вакууме.
46. Как влияет сжатие сварочной дуги на ее свойства?
47. Какие газовые среды в основном используются при дуговой и плазменной сварке? Приведите основные характеристики газовых сред.
48. Назовите основные стадии формирования электронного пучка.
49. Из каких основных элементов состоит электронная пушка и каково их назначение?
50. Какова примерно сила тока электронного пучка при электронно-лучевой сварке?
51. Что входит в основные параметры режима электронно-лучевой сварки?
52. Какое давление устанавливается в вакуумной камере при электронно-лучевой сварке?
53. Каково приблизительное значение плотности мощности электронного пучка, обеспечивающее кинжальное проплавление?
54. В чем состоят физические особенности эффективного процесса электронно-лучевой

- сварки? Каковы значения эффективного КПД?
55. Что такое когерентное излучение?
56. В чем отличие спонтанного излучения от вынужденного?
57. Из каких основных элементов состоит лазер?
58. В чем отличие твердотельного лазера от газоразрядного?
59. Для чего используют в СО₂-лазере дополнительно азот и гелий?
60. С какой целью применяют СО₂-лазеры с поперечной прокачкой?
61. В чем сущность электрошлаковой сварки?
62. В чем сущность термитной сварки?
63. Назовите основные способы термопрессовой сварки и их особенности.
64. Каковы физические особенности холодной сварки?
65. В чем состоят физические особенности высокочастотной сварки?
66. Каковы физические особенности ультразвуковой сварки?
67. Назовите физические особенности сварки трением.
68. Назовите физические особенности сварки взрывом.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
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.	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. Теория сварочных процессов : учебник для вузов по направлению подготовки дипломированных специалистов "Машиностроительные технологии и оборудование", специальность "Оборудование и технология сварочного производства" / А. В. Коновалов [и др.]; под ред. В. М. Неровного, 2007. - 748

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Теория сварочных процессов. Багрянс к и й К . В ., Д о б р о т и н а З. А., Х р е п а в К. К. И здательское объединение '«Вища школа», 1976, 424 с

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 майкрософт офис

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. 1. Полуавтомат Kemromat 1701 сварочный 2. 5932 Машина д/шовной сварки МШМ-25 3. 5939 Машина для конденсаторной сварки металлов ТКМ-7 4. 314619 Установка "Лига"-03 5. 5938 Машина стыковая сварочная МСР-100 6. 5953 Машина МШ-2001 7. 11536 Сварочный автомат АДФ-1002 8. Установка плазменной наплавки УПН-303 9. Установка ПСС-3500