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

«ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ СВАРКЕ»

Направление: 15.03.01 Машиностроение

Оборудование и технология сварочного производства

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Николаева Елена Павловна Дата подписания: 18.06.2025
--

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 «Физико-химические процессы при сварке» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-1 Способность применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК ОС-1.12

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-1.12	Применяет знания химической термодинамики, кинетики химических процессов, химического равновесия в гомогенных и гетерогенных системах, характера взаимодействия расплавленного металла с газовой, шлаковой фазой в зоне сварки	Знать основы физической химии, основные металлургические процессы при сварке плавлением. Уметь применять элементы химической термодинамики для оценки взаимодействия фаз (металлической, шлаковой, газовой) в зоне сварки Владеть методикой термодинамических расчетов, определения вероятности протекания химических реакций в зоне сварки

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Физико-химические процессы при сварке» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Физика», «Химия», «Материаловедение»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Теория сварочных процессов»

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 № 3
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	32	32
лекции	16	16
лабораторные работы	16	16
практические/семинарские занятия	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч.	40	40

курсовое проектирование)		
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 3

№ 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	Строение вещества. Физико-химические процессы и явления при сварке плавлением.	1, 2, 3	6					3, 4, 5	9	Тест
2	Химическая термодинамика, кинетика химических процессов, химическое равновесие	4, 5	4	1, 2	8			1, 2, 3, 4, 5	15	Тест
3	Физико-химические процессы на границах раздела фаз в зоне сварки	6, 7, 8	6	3, 4	8			1, 2, 3, 4, 5	16	Тест
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		16		16				76	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Строение вещества. Физико-химические процессы и явления при сварке плавлением.	Агрегатные состояния вещества, основные состояния материи. Электрический ток. Закон Ома. Закон Джоуля-Ленца. Электрическая дуга.
2	Химическая термодинамика, кинетика химических процессов, химическое равновесие	Рассмотрение законов термодинамики в приложении к сварочным процессам. Превращение химических веществ во времени, влияние внешних условий (температура, концентрация) на скорость и направление

		химических реакций в зоне сварки. Условия химического равновесия, влияние параметров системы (концентрации веществ, температуры, давления). Принцип Ле-Шателье.
3	Физико-химические процессы на границах раздела фаз в зоне сварки	Изучение процессов, химических реакций, протекающих в зоне сварки в жидких средах и на границе раздела фаз (газовой среды, жидкий шлак, жидкий металл, твердый металл) с помощью теоретических и экспериментальных методов физической химии и химической физики. Законы Генри, Сивертса, Нернста.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 3

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	ЛР-1	4
2	ЛР-2	4
3	ЛР-3	4
4	ЛР-4	4

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	8
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	4
3	Подготовка к экзамену	4
4	Проработка разделов теоретического материала	6
5	Прохождение массового открытого онлайн-курса	18

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: работа в малых группах, 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:

Николаева Е.П. Методические указания по освоению дисциплины «Физическая химия». Физико-химические основы сварки. Иркутск, 2018. (электронный ресурс) er-20305.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Прохождение массового открытого онлайн-курса.

Для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине рекомендуется использовать онлайн-курс в системе «Moodle»: <https://el.istu.edu/course/view.php?id=5981>

Подготовка к лабораторным работам.

Перед проведением лабораторной работы обучающемуся необходимо изучить основную и дополнительную литературу по теме предстоящего занятия, ответить на контрольные вопросы. Перечень заданий, вопросов или тем, которые будут рассмотрены на занятиях, сообщаются преподавателем и указаны в методических указаниях к лабораторным работам.

Оформление отчетов по лабораторным работам.

По окончании лабораторной работы обучающийся должен подготовить отчет. Отчёт оформляется в соответствии с требованиями, приведёнными в методических указаниях к лабораторным работам. При защите отчета по лабораторной работе обучающийся должен знать ход выполнения работы и уметь отвечать на контрольные вопросы.

Проработка отдельных разделов теоретического курса.

Цель: углубленное изучение отдельных тем и нормативных документов. Темы для самостоятельного изучения сообщаются в начале семестра. Контроль выполнения данного вида СРС проводится в виде устного опроса при защите лабораторных работ. Вопросы по темам, подлежащим самостоятельному изучению, входят в список вопросов для подготовки к итоговому контролю. В процессе изучения материала обучающийся по своему усмотрению составляет краткий, подробный или смешанный конспект в рукописной или в электронной форме. Краткий конспект включает терминологию и/или положения общего характера. Подробный конспект включает также доказательства этих положений, пояснения, иллюстративный материал. В смешанном конспекте некоторые смысловые части представлены в виде пунктов плана, тезисов, а другие – более подробно. Конспект составляется в виде текста в электронной форме. Обучающийся при выполнении данного вида СРС должен использовать рекомендуемую литературу и информационные ресурсы. В конце конспекта помещается список использованных при его написании информационных источников.

В разделе 1 на самостоятельное изучение выносятся следующие темы: Виды переноса расплавленного металла через дуговой промежуток при сварке.

В разделе 2 на самостоятельное изучение выносятся следующие темы: Зернограничная диффузия.

В разделе 3 на самостоятельное изучение выносятся следующие темы: Особенности диффузионных процессов в условиях сварки плавлением.

Подготовка к экзамену заключается в повторении материала, выносимого для итогового контроля знаний.

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 3 | Тест

Описание процедуры.

Процедура одинаковая для всех тестов. При прохождении компьютерного тестирования задания для каждого студента выбираются программой случайным образом из общего объема тестовых заданий по дисциплине. Типы вопросов теста: множественный выбор; верно-неверно; вопросы на соответствие; выбор пропущенных слов. Тестирование выполняется индивидуально после оформления студентом отчета по лабораторной работе и/или практической работе и их защиты. Вопросы теста составлены по всей теме дисциплины. В тесте содержится от 5 до 15 вопросов. К каждому вопросу предлагаются несколько вариантов ответов. Задача студента – выбрать правильный ответ.

Критерии оценивания.

Критерии оценивания.

При 60...100% правильных ответов тест считается зачтенным. При меньшем количестве правильных ответов процедура тестирования повторяется после повторения студентом соответствующей темы дисциплины.

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-1.12	Понимает и использует знания химической термодинамики, кинетики химических процессов, химического равновесия при оценке взаимодействия расплавленного металла с газовой и шлаковой фазой в зоне сварки	Устный опрос или компьютерное тестирование

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 3, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проводится в период экзаменационной сессии, предусмотренной учебным планом. Для подготовки к экзамену выдается список вопросов. Форма проведения экзамена, критерии оценки ответа обучающегося доводятся до сведения обучающихся до начала экзамена. Результат экзамена объявляется обучающемуся непосредственно после его сдачи. Оценка выставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку обучающегося. Выставление оценок на экзамене осуществляется на основе принципов объективности, справедливости, всестороннего анализа уровня знаний и освоения компетенций обучающихся.

Описание процедуры экзамена в форме компьютерного тестирования.

1 вариант проведения экзамена: тест представляет собой перечень вопросов с вариантами ответов. Количество вопросов в тесте – от 20 до 30. Вопросы теста составляются по всем разделам дисциплины. Типы вопросов теста: множественный выбор; верно-неверно; вопросы на соответствие; выбор пропущенных слов. К каждому вопросу предлагаются несколько вариантов ответов, из которых обучающийся должен выбрать один или несколько правильных ответов. Тестирование проводится с ограничением времени. Тест выполнен успешно, если получено более 60% правильных ответов.

2 вариант проведения экзамена: экзаменационный билет содержит один вопрос из каждой изучаемой темы. Вопрос выбирается программой из банка вопросов случайным образом. Ответ на экзаменационный вопрос осуществляется в форме эссе в течении ограниченного времени (40-60 минут).

Описание процедуры экзамена в устной форме. Экзамен проводится в форме устного опроса с предварительной подготовкой в течение 30...40 минут. Экзаменационный билет содержит один вопрос из каждой изучаемой темы.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн о	Неудовлетворительно
<p>Усвоил материал курса, излагает его логически стройно, с полным пониманием существа вопроса. Правильно отвечает при видоизменении вопроса (задания), свободно выполняет задания, предлагаемые экзаменатором, правильно обосновывает принятые решения. Умеет прогнозировать вероятность протекания химических реакций в зоне сварки на основе законов термодинамики и</p>	<p>Знает материал курса и умеет практически использовать его. Допускает при ответе несущественные неточности, погрешности в изложении, небрежности в оформлении записей и рисунков. В основном демонстрирует умение прогнозировать вероятность протекания химических реакций в зоне сварки на основе законов термодинамики и физической химии. В основном</p>	<p>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. Демонстрирует слабое умение прогнозировать вероятность протекания химических реакций в зоне сварки на основе законов термодинамики и физической химии. Демонстрирует слабое владение</p>	<p>Не знает основных положений курса либо не знает или не понимает значительной части материала, допускает существенные ошибки при ответах, не выполняет предложенные задания. Не умеет прогнозировать вероятность протекания химических реакций в зоне сварки на основе законов термодинамики и физической химии. Не владеет методикой выполнения термодинамических расчетов. Не знает физической сущности сварки при использовании тепловых,</p>

<p>физической химии. Владеет методикой выполнения термодинамических расчетов. Знает физическую сущность сварки при использовании тепловых, механических и термомеханических источников теплоты. Демонстрирует умение анализировать физико-химические реакции в системе «дуга – атмосфера – сварочная ванна». Тестирование: выставляется оценка "отлично", если 90...100% правильных ответов.</p>	<p>демонстрирует владение методикой выполнения термодинамических расчетов. В основном демонстрирует знание физической сущности сварки при использовании тепловых, механических и термомеханических источников теплоты. В основном демонстрирует умение анализировать физико-химические реакции в системе «дуга – атмосфера – сварочная ванна». Тестирование: выставляется оценка "хорошо", если 80...89% правильных ответов.</p>	<p>методикой выполнения термодинамических расчетов. Демонстрирует слабое знание физической сущности сварки при использовании тепловых, механических и термомеханических источников теплоты. Демонстрирует слабое умение анализировать физико-химические реакции в системе «дуга – атмосфера – сварочная ванна». Тестирование: выставляется оценка "удовлетворительно", если 61...79% правильных ответов.</p>	<p>механических и термомеханических источников теплоты. Не умеет анализировать физико-химические реакции в системе «дуга – атмосфера – сварочная ванна». Тестирование: оценка "неудовлетворительно", если менее 60% правильных ответов.</p>
--	--	--	---

7 Основная учебная литература

1. Теория сварочных процессов : учеб. для вузов по спец. "Оборуд. и технология сварочн. пр-ва / Под ред. Фролова В. В., 1988. - 559.
2. 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. Нервного, 2007. - 748.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Багрянский Константин Владимирович. Теория сварочных процессов : учеб. для свароч. спец. вузов / Константин Владимирович Багрянский, Зинаида Александровна Добротина, Константин Константинович Хренов, 1976. - 423.
2. Петров Г. Л. . Теория сварочных процессов. (С основами физической химии) : учебник / Г. Л. Петров, А. С. Тумарев, 1967. - 508.

3. Основы сварочного производства и теория сварочных процессов : учебное пособие / А. А. Черепашин [и др.], 2023. - 492.

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. Microsoft Windows Professional 8 Russian

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Проектор мультимедиа BenQ MW621ST(с экраном 2*2м)
2. Проектор Sanyo PLC-SU70
3. Компьютер "i7-4770(3.4)/16Gb/1Tb/GF 1024/23.6""
4. 1166 Микроскоп МИМ-7
5. 1160 Микроскоп МИМ-7
6. 1164 Микроскоп МИМ-7
7. 1158 Микроскоп МИМ-7
8. 1159 Микроскоп МИМ-7
9. 1161 Микроскоп МИМ-7
10. 1284 Микроскоп МИМ-8
11. 1150 Микроскоп МИМ-8м
12. 1151 Микроскоп МИМ-8м
13. 1167 Микроскоп МИМ-7
14. 5944 Микроскоп МИМ-7
15. 5943 Микроскоп МИМ-7
16. 5945 Микроскоп МИМ-7

17. 1163 Микроскоп МИМ-7
18. 1168 Микроскоп МИМ-7
19. Микроскоп металлографический ММР-2
20. Микроскоп цифровой стационарный Микромед LCD
21. Микроскоп Микромед МЕТ-2
22. Микроскоп цифровой стереоскопический Микромед МС-2
23. Микроскоп Микромед Полар-1