

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

«ПРОИЗВОДСТВО СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СЕВЕРНОГО ИСПОЛНЕНИЯ»

Направление: 15.03.01 Машиностроение

Оборудование и технология сварочного производства

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Бройдо Владимир
Львович
Дата подписания: 29.06.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Балановский Андрей
Евгеньевич
Дата подписания: 30.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Производство сварных конструкций северного исполнения» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-8 Способность выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения	ПКС-8.7

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-8.7	Имеет представление о дефектах, образование которых возможно при сварке в условиях низких отрицательных температур, и технологиях сварки, обеспечивающих качество соединений	Знать - особенности сварки перлитных сталей в условиях низких отрицательных температур и технологические приемы для обеспечения качества соединений; - требования к сварочным материалам для сварки в условиях низких отрицательных температур Уметь - разработать технологию сварки в условиях низких отрицательных температур, обеспечивающую требуемое качество соединений и надежность эксплуатации; - выбрать методы контроля, обеспечивающие выявление возможных дефектов Владеть - навыками разработки технологий сварки в условиях низких отрицательных температур, обеспечивающих требуемое качество соединений и надежность эксплуатации

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Производство сварных конструкций северного исполнения» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Учебная практика: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков», «Основы сварочного производства», «Производственная практика: технологическая практика», «Теория сварочных процессов», «Технология сварки плавлением и давлением», «Техническая диагностика и контроль качества сварных

соединений», «Повреждения и разрушения сварных конструкций», «Подготовка к сдаче квалификационного экзамена по иностранному языку»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик:
«Производственная практика: преддипломная практика»

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 № 8
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	44	44
лекции	22	22
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	22	22
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	64	64
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 № 8

№ 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	Введение. Переход металла в хрупкое состояние	1	4							Отчет
2	Особенности сварки при низких температурах и основные виды дефектов соединений	2	4			1	4			Собеседов ание
3	Причины образования холодных трещин при сварке в нормальных условиях и при отрицательной температуре	3	4			2	4			Отчет

4	Распределение водорода в сварных соединениях при сварке в условиях низких температур	4	4							Собеседование
5	Способы повышения надежности сварных конструкций, эксплуатирующихся при низких температурах. (заводское изготовление)	5	2			3	4			Отчет
6	Обзор современных сварочных материалов, обеспечивающих повышенную хладостойкость сварных соединений и конструкций.	6	2			4, 5	10	2, 3	24	Отчет
7	Рекомендации по разработке технологии выполнения монтажных и ремонтных работ при низких температурах	7	2					1, 4	40	Решение задач
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		22				22		64	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 8

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение. Переход металла в хрупкое состояние	Особенности эксплуатации сварных конструкций (строительных и конструкций машин) в условиях Севера. Основные причины образования дефектов и разрушения конструкций при низких температурах. Переход основного металла и металла сварного соединения в хрупкое состояние, Обзор современных хладостойких низколегированных конструкционных сталей для сварных конструкций. Изменение пластических свойств металлов и сплавов при низких температурах
2	Особенности сварки при низких температурах и	Виды сварочных работ, выполняемых в условиях низких отрицательных температур. Основные виды дефектов сварных соединений, возникающих

	основные виды дефектов соединений	при сварке при низких температурах и последующей эксплуатации
3	Причины образования холодных трещин при сварке в нормальных условиях и при отрицательной температуре	Основные причины образования холодных трещин в сварном соединении. Закалочная и водородная гипотезы образования холодных трещин. Стадии возникновения и развития трещин. Особенности влияния содержания углерода и водорода в низколегированных конструкционных сталях на возникновение и развитие трещин при положительной и отрицательной температурах. Существующие методы оценки стойкости к образованию холодных трещин
4	Распределение водорода в сварных соединениях при сварке в условиях низких температур	Особенности перераспределения водорода в сварном соединении при сварке в условиях низких температур. Существующие методики определения содержания водорода в сварном соединении. Влияние водорода на возникновение и развитие холодных трещин и других дефектов
5	Способы повышения надежности сварных конструкций, эксплуатирующихся при низких температурах. (заводское изготовление)	Возможности применения конструкторских и технологических приемов для повышения надежности сварных конструкций, эксплуатация которых будет выполняться при низких температурах. Исключение и уменьшение конструктивных и технологических концентраторов напряжений. Выбор технологических параметров режима сварки. Использование предварительного подогрева и термообработки после сварки, применение методов вибрационной обработки
6	Обзор современных сварочных материалов, обеспечивающих повышенную хладостойкость сварных соединений и конструкций.	Современные сварочные материалы российского и импортного производства, обеспечивающие высокие пластические свойства сварных швов и соединений
7	Рекомендации по разработке технологии выполнения монтажных и ремонтных работ при низких температурах	Требования нормативно-технической документации при сварке в условиях низких температур. Возможные способы улучшения условий труда рабочих и повышения качества соединений в условиях низких температур. Существующие методы и оборудование для проведения местного предварительного и сопутствующего подогрева, термообработки после сварки. Общие рекомендации по сварке на монтаже и ремонте в условиях низких температур.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 8

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Современные конструкционные низколегированные стали. Влияние термической обработки на прочностные и пластические свойства стали при низких температурах. Требования нормативно-технической документации при сварке в условиях низких температур. Возможные способы улучшения условий труда рабочих и повышения качества соединений в условиях низких температур. Существующие методы и оборудование для проведения местного предварительного и сопутствующего подогрева. термообработки после сварки. общие рекомендации по сварке на монтаже и ремонте в условиях низких температур	4
2	Оценка стойкости к образованию холодных трещин при сварке	4
3	Технологические приемы повышения надежности сварных соединений при низких температурах	4
4	Обзор сварочных материалов, обеспечивающих металл шва с удовлетворительными пластическими свойствами при низких температурах и низкое содержание водорода	4
5	Разработка технологии ремонта конструкции при низкой температуре	6

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 8

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание реферата	20
2	Подготовка к зачёту	12
3	Подготовка к практическим занятиям	12
4	Решение специальных задач	20

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 практическим занятиям

Описание процедуры: Подгруппе студентов (3-4 человека) дается чертеж относительно простой сварной конструкции из низколегированной конструкционной стали с целью подготовки предложений по разработке технологии ее изготовления при низкой отрицательной температуре. Предложения должны учитывать вопросы оценки свариваемости, склонности к образованию трещин, использования предварительного подогрева, сварки, термической обработки и методов контроля. При этом должны быть обращено внимание на особенности сварки при низкой температуре и, особенно, на склонность к образованию холодных трещин и мерам по их предотвращению.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Процедура одинаковая для практических занятий № 1 - 4.

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

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 8 | Собеседование

Описание процедуры.

Оценка распределения водорода при сварке в условиях положительных и низких отрицательных температур

Критерии оценивания.

Сравнение оценки влияния водорода в сварочных материалах при сварке в условиях положительных и низких отрицательных температур

6.1.2 семестр 8 | Отчет

Описание процедуры.

Обзор современных сварочных электродов с основным покрытием для сварки при низких температурах

Критерии оценивания.

Выявление марок электродов с основным видом покрытия для сварки при низких температурах

6.1.3 семестр 8 | Решение задач

Описание процедуры.

Требования к выбору основных и сварочных материалов для сварки и эксплуатации конструкций при низких отрицательных температурах

Критерии оценивания.

Выявление из предлагаемого перечня основных и сварочных материалов, предназначенных для обеспечения хладостойкости сварных конструкций

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
ПКС-8.7	Умеет учитывать особенности сварки в условиях низких отрицательных температур и разрабатывать технологию, обеспечивающую требуемое качество соединений	Фонд оценочных средств по дисциплине «Производство сварных конструкций северного исполнения». Вид промежуточной аттестации – зачет

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 8, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

1. Формой итоговой аттестации является зачет. Для подготовки к зачету студентам выдается список вопросов по курсу. До зачета студентам должны быть зачтены все практические занятия.
2. Для оценки знания студенту предлагается ответить на два вопроса из списка вопросов. В зависимости от полноты и качества ответа преподаватель может задать дополнительные вопросы, как связанные с первоначально заданным, так и не связанным с ними.

Вопросы к зачету:

1. Что такое порог хладноломкости?
2. Требование к постановке прихваток при сборке сварных конструкции СИ.
3. Виды разрушения металла, их признаки.
4. Требования к сборке сварных конструкций.
5. Хранение и подготовка электродов, применяемых при сварке конструкции СИ.
6. Исправление дефектов сварных швов в условиях отрицательных температур.
7. Условия и стадии разрушения металла.
8. Особенности металлургических процессов при сварке в условиях отрицательных температур.
9. Понятие работоспособности сварных конструкций СИ.
10. Выбор сварочных материалов для сварных конструкций СИ.

11. Как определяется хладнотоккость сварных соединений?
12. Требования к квалификации сварщиков, допускаемых к сварке конструкций СИ.
13. Требование к поверхности свободных (несвариваемых) кромок деталей.
14. Влияние увлажнения покрытий электродов на процесс сварки.
15. Подготовка, зачистка кромок и поверхностей деталей при сварке в условиях отрицательных температур.
16. Правила хранения стали. Использование обезличенной стали.
17. Система контроля качества.
18. Особенности сварки в условиях отрицательных температур.
19. Организация сварочных работ на открытой площадке зимой.
20. Анализ причин разрушения сварных конструкций.
21. Концентраторы напряжений конструктивного характера и меры по устранению.
22. Условия перехода стали в ОШЗ в хрупкое состояние.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Материал курса усвоен. Студент правильно отвечает на вопросы и может самостоятельно анализировать материалы и принимать самостоятельные решения, обосновать их. Знает рекомендованную литературу.	Не знает основных положений курса, не знает или не понимает значительную часть материала, делает существенные ошибки при выполнении практических заданий по положениям курса

7 Основная учебная литература

1. Квагинидзе В. С. Восстановление металлоконструкций горно-транспортного оборудования : учебное пособие по специальности "Открытые горные работы" направления "Горное дело" / В. С. Квагинидзе, В. Ф. Петров, Н. Н. Чупейкина, 2007. - 497.
2. Ларионов Владимир Петрович. Электродуговая сварка конструкций в северном исполнении / Владимир Петрович Ларионов; Отв. ред. Б. С.; Касаткин, 1986. - 253.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Ларионов Владимир Петрович. Физические основы вязкохрупкого перехода низколегированных сталей и сплавов железа / Владимир Петрович Ларионов; Отв. ред. О. И. Слепцов, 1992. - 168.

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. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение
2. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
3. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер
4. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение
5. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
6. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. 1. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
2. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
3. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
4. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
5. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
6. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
7. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
8. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
9. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
10. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
11. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
12. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
13. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
14. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
15. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
16. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5

2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1

17. Мультиим.проектор "BenQ MW621ST" с экраном