

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

«ПРОЧНОСТЬ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ»

Направление: 15.04.01 Машиностроение

Цифровые, аддитивные технологии в сварочном производстве

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Рыжиков Игорь
Николаевич
Дата подписания: 09.06.2025

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 «Прочность сварных конструкций» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-1 Способность разрабатывать и внедрять технологические процессы заготовительных операций, сборки и сварки, аддитивных технологий, техническую и технологическую подготовку производства сварочных работ с использованием средств автоматизации проектирования и возможностей САМ-систем	ПК-1.8

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-1.8	Владеет методами анализа прочности с учетом влияния особенностей сварных конструкций на их прочностные характеристики, в том числе с использованием методов компьютерного моделирования	Знать методы анализа прочности с учетом влияния особенностей сварных конструкций на их прочностные характеристики, в том числе с использованием методов компьютерного моделирования Уметь применять методы анализа прочности при проектировании сварных конструкций и при оценке остаточного ресурса Владеть навыками анализа прочности с учетом влияния особенностей сварных конструкций на их прочностные характеристики, в том числе с использованием методов компьютерного моделирования

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Прочность сварных конструкций» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математические методы в инженерии», «Автоматизированное проектирование изделий сварочного и аддитивного производства»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Диагностика и обеспечение качества сварных соединений», «Ремонт и восстановление оборудования»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)
---------------------------	---

	Всего	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	40	40
лекции	20	20
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	20	20
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	68	68
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 № 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	Особенности сварных конструкций. Статистика разрушений	1	2							Устный опрос
2	Напряжения и деформации	2	4			3	6			Устный опрос
3	Дефекты и их влияние на прочность сварных соединений. Концентрация напряжений	3	6			1, 2	8	1	40	Решение задач
4	Механизмы упрочнения металла	4	4							Устный опрос
5	Сопротивление металла разрушению	5	4			4	6	2	28	Решение задач
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		20				20		104	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Особенности сварных конструкций.	Особенности сварных конструкций и примеры их разрушений. Факторы, приводящие к разрушению

	Статистика разрушений	сварных конструкций. Статистика причин разрушений сварных конструкций. Механические свойства металла различных зон сварного соединения. Влияние напряженного состояния на механические свойства металла. Критерии разрушения сварных конструкций.
2	Напряжения и деформации	Распределение напряжений в сварной конструкции. Напряжения от полезной нагрузки. Сварочные напряжения. Определение напряжений. Вычисление напряжений на наклонной площадке. Тензор и девиатор напряжений. Деформации. Определение малых деформаций через перемещения. Вычисление больших деформаций. Тензор и девиатор деформаций. Уравнения сплошности и постоянства объема. Физические уравнения (связь напряжений и деформаций). Обобщенный закон Гука для упругой области нагружения. Обобщенный закон нагружения для пластической области.
3	Дефекты и их влияние на прочность сварных соединений. Концентрация напряжений	Виды дефектов. Вычисление распределения напряжений у дефектов. Дефекты, распространенные не на всю толщину. Эффективный размер дефекта. Концентрация напряжений. Коэффициенты концентрации напряжений. Коэффициент интенсивности напряжений. Вычисление коэффициентов концентрации для различных видов концентраторов. Трещины. Распределение напряжений у острых углов. Распределение напряжений в пластической области
4	Механизмы упрочнения металла	Старение. Упрочнение на растворенных атомах. Упрочнение от твердых включений. Наклеп. Термические и химико-термические способы упрочнения.
5	Сопротивление металла разрушению	Потеря устойчивости пластических деформаций. Вязкое разрушение, механизм вязкого разрушения. Внутриверенное хрупкое разрушение. Критическое напряжение для трещин по Гриффитсу. Разрушение в результате усталости. Хрупкое разрушение по границам зерен.

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	Анализ прочности сварных конструкций с концентраторами напряжений	4
2	Дефекты сварных конструкций	4
3	Прочность сварных соединений с дефектами несплошности	6
4	Разрушение сварных конструкций	6

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	40
2	Решение специальных задач	28

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

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

Рыжиков И.Н. Методические указания по практическим работам студентов по курсу «Прочность сварных конструкций». – Иркутск, 2018. (электронный ресурс)

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Рыжиков И.Н. Методические указания по самостоятельной работе студентов – Иркутск, 2018. (электронный ресурс)

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.

Процедура одинаковая для всех лекций.

В начале каждой лекции проводится устный опрос в течение 5-ти минут. Студентам задаются не сложные вопросы по теме предыдущей лекции. Опрос проводится выборочно, опрашиваются 5-6 студентов. теоретического материала.

Критерии оценивания.

- при ответах на вопросы студент дает верный и полный ответ (отлично);
- ответ, в целом, верный, но не полный. Необходимость в уточняющих вопросах (хорошо);
- при ответе допускает значительные неточности. При ответах на дополнительные вопросы испытывает затруднения. Демонстрирует неполное, поверхностное усвоение материала (удовлетворительно);
- не знает ответа на вопрос (неудовлетворительно).

6.1.2 семестр 4 | Решение задач

Описание процедуры.

Каждый студент должен выполнить предусмотренные программой практические задания, описанные в методических указаниях. При подготовке к практическому занятию студент должен изучить материал по теме работы, ознакомиться с методическими указаниями. Отчёт оформляется в соответствии с требованиями, указанными в методических указаниях. Защита отчётов по практическим занятиям проходит в форме собеседования.

Критерии оценивания.

При защите студент должен уметь объяснить ход решения задачи, ответить на контрольные вопросы, пояснить все приведенные расчеты и выводы. При выполнении этих требований практическое занятие считается зачтённым. Практическое занятие считается не зачтённым, если оно не выполнено, неправильно решены задачи, 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
ПК-1.8	На теоретические вопросы дает правильные и полные ответы. Выполняет практические задания по дисциплине в полном объеме в соответствии с установленными требованиями	Фонд оценочных средств по дисциплине «Прочность сварных конструкций». Вид промежуточной аттестации – экзамен

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

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

6.2.2.1.1 Описание процедуры

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) получить среднюю положительную оценку за устный опрос на лекциях.

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. Зона частичной перекристаллизации стыкового соединения. Характеристика металла шва.
- 2. Зона наклепа и старения стыкового соединения. Характеристика металла шва.
- 3. Задача

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 обосновывает принятые решения.	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.

7 Основная учебная литература

1. Копельман Л. А. Основы теории прочности сварных конструкций : учебное пособие / Л. А. Копельман, 2010. - 457.
2. Рыжиков И. Н. Прочность сварных конструкций : учебное пособие / И. Н. Рыжиков, 2020. - 102.
3. Рыжиков И. Н. Прочность сварных конструкций : электронный курс / И. Н. Рыжиков, 2023

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Стеклов О. И. Прочность сварных конструкций в агрессивных средах / О. И. Стеклов, 1976. - 200.
2. Прочность сварных конструкций [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным работам для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение, программе магистратуры Технология, оборудование и система качества сварочного производства / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2018. - 42.
3. Прочность сварных конструкций : методические указания к практическим занятиям для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение, программе магистратуры Технология, оборудование и система качества сварочного производства / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2018. - 38.

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. APM WinMachine 16 (для классов)
2. Microsoft Office 2007 Standard - 2003 Suites и 2007 Suites - поставка 2010
3. Microsoft Windows (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08_2007

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Мультиим.проектор "BenQ MW621ST" с экраном
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. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1