

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

«УПРОЧНЯЮЩИЕ И ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

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: 14.06.2025

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 «Упрочняющие и восстановительные технологии» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-7 Способность участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытании и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции	ПКС-7.3

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-7.3	Участвует в отработке и исследованиях при внедрении новых технологий упрочнения и восстановления	Знать возможности упрочняющих и восстановительных технологий при изготовлении и ремонте деталей с дефектами; требования, предъявляемые к деталям машин при их упрочнении и восстановлении. Уметь предложить вариант технологии и материалы для упрочнения и восстановления Владеть навыками определения вариантов технологий восстановления и упрочнения; проведения опытных работ и исследований характеристик и свойств деталей после упрочнения и восстановления.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Упрочняющие и восстановительные технологии» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Теория сварочных процессов», «Специальные методы сварки и пайки», «Технология и оборудование термической резки», «Технология конструкционных материалов», «Технология сварки плавлением и давлением»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Автоматизация сварочных процессов», «Источники энергии для сварочных процессов», «Техническая диагностика и контроль качества сварных соединений»

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 № 7
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	48	48
лекции	16	16
лабораторные работы	16	16
практические/семинарские занятия	16	16
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	60	60
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 № 7

№ 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 в трибологию и триботехнику. Рациональное конструирование узлов трения	1	4			1	4			Устный опрос
2	Виды изнашивания и износостойкие материалы	2	4			2	2	1, 1, 2	40	Устный опрос
3	Методы поверхностного упрочнения	3	2	1, 2, 3, 4	16	3, 4	10	1	20	Устный опрос
4	Выбор методов упрочнения	4	4							Устный опрос
5	Экономическая эффективность упрочнения	5	2							Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		16		16		16		60	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 7

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение в трибологию и триботехнику. Рациональное	Основные понятия: трибология, трение, износ, триботехника, методы упрочнения, инженерия поверхности, реновация. Защита от абразивных

	конструирование узлов трения	частиц, применение смазки, оптимизация узлов «трения-скольжения» и «трения-качения»; замена внешнего трения внутренним; принцип местного качества.
2	Виды изнашивания и износостойкие материалы	Абразивное, кавитационное, эрозионное, водородное и изнашивание трением «металл по металлу»; термическая усталость. Строительные, конструкционные и инструментальные стали и сплавы; основы термообработки.
3	Методы поверхностного упрочнения	Наплавка и теоретические основы сварки, напыление, электроискровое легирование, тонкопленочные и полимерметаллические покрытия, поверхностная закалка, химико-термическая обработка, поверхностное пластическое деформирование; обработка упрочненных поверхностей.
4	Выбор методов упрочнения	Принцип смены механизма изнашивания; выбор толщины упрочненного слоя; сочетание методов упрочнения с конструкторскими решениями по повышению износостойкости; учет трудоемкости обработки упрочненных поверхностей.
5	Экономическая эффективность упрочнения	Оценка эффективности. Сокращение в результате упрочнения расхода запасных частей, ремонтных простоев и затрат на проведение ремонтов; увеличение производительности оборудования.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 7

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Основные виды наплавки	4
2	Технология нанесения противокоррозионных покрытий электродуговым металлизатором	4
3	Технологии газопламенного порошкового напыления и наплавки	4
4	Плазменная поверхностная обработка металлов	4

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 7

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Конструктивные способы повышения износостойкости деталей	4
2	Применение смазки, защита от абразивных частиц	2
3	Выбор методов упрочнения Выбор толщины упрочненного слоя	4
4	Наплавка поверхностей трения деталей с	6

	использованием износостойких материалов	
--	---	--

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 7

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение переводов	50
2	Написание отчета	10

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

М.В. Гречнева, А.Е. Балановский. Упрочняющие и восстановительные технологии. Методические указания к практическим занятиям по программе бакалавриата «Оборудование и технология сварочного производства». Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение». – Иркутск, ИРНИТУ, 2017 – 12 с. Электронный ресурс [er14577](#).

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

М.В. Гречнева, А.Е. Балановский. Упрочняющие и восстановительные технологии. Методические указания к лабораторным работам по программе бакалавриата «Оборудование и технология сварочного производства». Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение». – Иркутск, ИРНИТУ, 2017 – 8 с. Электронный ресурс [er14576](#).

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

М.В. Гречнева, А.Е. Балановский. Упрочняющие и восстановительные технологии. Методические указания к практическим занятиям по программе бакалавриата «Оборудование и технология сварочного производства». Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение». – Иркутск, ИРНИТУ, 2017 – 12 с. Электронный ресурс [er14577](#).

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 7 | Устный опрос

Описание процедуры.

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.

Лабораторная работа 1. Основные виды наплавки

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. Что такое наплавка?
2. Перечислите особенности наплавки по сравнению со сваркой.
3. Как определить долю основного металла u_0 в наплавленном валике?

4. Основные недостатки наплавки самозащитными проволоками и лентами.
5. Какие дефекты характерны для вибродуговой наплавки?
6. Какие способы наплавки вы знаете? Их сущность.
7. Перечислите способы легирования наплавленного металла при наплавке под флюсом.

Критерии оценивания.

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.

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-7.3	Участвует в отработке и исследованиях при внедрении новых технологий упрочнения и восстановления, в корректировке технологий	Фонд оценочных средств по дисциплине «Упрочняющие и восстановительные технологии». Вид промежуточной аттестации -зачет

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 7, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

1. Формой итоговой аттестации по дисциплине является зачет. Для подготовки к 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 предлагается собеседование содержащий два вопроса и задачу. В зависимости от ответа студента экзаменатор может задать дополнительные вопросы как связанные с темами вопросов, , так и

не связанные с ними.

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 в соответствии с требованиями, указанными в методических указаниях. Защита отчётов по практическим занятиям проходит в форме собеседования.

Вопросы для контроля:

1. Влияние смазки на трение и износ.
2. В чёт состоит эффект Ребиндера?
3. Защита от абразивных частиц.
4. Схемы пар трения.
5. Взаимодействие элементов в парах трения.

Критерии оценки: 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.

Пример задания:

Вопросы для подготовки к зачёту

1. Трибология и триботехника. Методы упрочнения и «инженерия поверхности».
2. Восстановление изношенных деталей и реновация.
3. Виды смазки – жидкостная, граничная, трение без смазки. Эффект Ребиндера. Защита от абразивных частиц.
4. Предупреждение возрастания нагрузок при эксплуатации.
5. Снижение напряжений в контактно-нагруженных соединениях.
6. Оптимизация узлов трения скольжения.
7. Замена внешнего трения внутренним.
8. Принцип местного качества.
9. Абразивное изнашивание. Износостойкие материалы: высокохромистые чугуны и стали; сталь Гадфильда; композиционные сплавы.
10. Кавитационно-стойкие и эрозионно-стойкие материалы.
11. Коррозионно-стойкие и жаростойкие стали. Фреттинг-коррозия.
12. Термическая усталость и жаропрочные стали.
13. Износ трением «металл по металлу». Антифрикционные материалы.
14. Водородное изнашивание.
15. Основы термообработки: отжиг, нормализация, закалка, отпуск, «улучшение».
16. Наплавка угольным электродом.
17. Наплавка покрытыми электродами
18. Газопламенная наплавка.
19. Автоматическая наплавка под слоем флюса.
20. Наплавка в углекислом газе.

21. Аргонодуговая и плазменная наплавка.
22. Специальные способы наплавки: лучевая, электроконтактная, диффузионная, взрывом, электроискровое легирование.
23. Виды напыления: газопламенное, электродуговое, детонационное, плазменное. Преимущества напыления.
24. Виды покрытий: гальванические, полимер-металлические, тонкопленочные.
25. Поверхностная закалка: ацетилено-кислородными горелками, токами высокой частоты, электронно-лучевая, лазерная, плазменная.
26. Поверхностная химико-термическая обработка: цементация, азотирование и т.д.
27. Поверхностное пластическое деформирование.
28. Обработка упрочнённых поверхностей: плазменно-механическая, электроконтактная, шлифование, электро-эрозионная обработка.
29. Принцип смены механизма изнашивания.
30. Выбор толщины упрочненного слоя.
31. Сочетание методов упрочнения с конструкторскими решениями по повышению износостойкости.
32. Влияние трудоемкости механической обработки на выбор методов упрочнения.
33. Влияние методов упрочнения на усталостную прочность.
34. Экономическая эффективность упрочнения.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Знает причины возникновения отказов и дефектов деталей машин и их виды. Умеет выбирать оптимальные методы и технологии их восстановления и упрочнения. Владеет навыками рационального выбора основных и вспомогательных материалов. Умеет прогнозировать структуру и свойства упрочнённого слоя. Свободно владеет теоретическим материалом и практическими навыками в полном объёме, выполняет различные виды заданий, правильно обосновывает принятые решения.	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. Коротков, В. А. Износостойкость машин : учебное пособие / В. А. Коротков. — Саратов : Вузовское образование, 2014. — 42 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/20694.html> (дата обращения: 14.06.2025).
2. . Балановский А.Е., Гречнева М.В., Чупин Ю.Б. Восстановительные и упрочняющие технологии сварки и наплавки : учеб. пособие. – Иркутск : Изд-во ИРНИТУ, 2019. – 142 с.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. . Балановский А. Е. Плазменное поверхностное упрочнение металлов. 2006. - 179 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 Microsoft Office

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. 1. Полуавтомат Кетромат 1701 сварочный 2. Установка плазменной наплавки УПН-303 3. 312369 Автомат св. АДФ-1202 с источником ВДУ-1202 4. Установка для приготовления металлографических шлифов ШЛИФ-2М/V 5. Электродпечь муфельная ЭКПС-10 СНОЛ 6. Толщиномер универсальный ТТ210 7. Твердомер стационарный универсальный HBRV-187.5 8. Микроскоп металлографический ММР-2