Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра производственных технологий обработки материалов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.Э.5.1 Восстановление и упрочнение деталей машин»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
(код и наименование направления подготовки)

Материаловедение в машиностроении
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2026

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.Э.5.1 Восстановление и упрочнение деталей машин*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра производственных технологий обработки материалов
наименование кафедры

протокол № 8 от "20" марта 2026 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра производственных технологий обработки материалов _____ Е.Ю. Приймак
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
Доцент _____ Е.Ю. Приймак
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов _____ Е.Ю. Приймак
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
_____ С.А. Биктимирова
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству АКИ
_____ А.М. Черноусова
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Приймак Е.Ю., 2026
© ОГУ, 2026

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: освоение обучающимися приемов при решении задач по упрочнению, повышению износостойкости конструкционных материалов, а также восстановлению изношенных деталей.

Задачи:

- создание теоретических представлений о технологических особенностях повышения износостойкости деталей машин, современных методах восстановления их поверхностей и нанесения покрытий;
- изучение технологических особенностей поверхностного упрочнения и нанесения покрытий для конкретных материалов и условий эксплуатации, структуры и свойств получаемых поверхностных слоёв деталей машин;
- практическое ознакомление с методами контроля качества и расчета режимов упрочнения поверхности с помощью пластической деформации, поверхностной закалки, химико-термической обработки, наплавки и нанесения покрытий.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.6 Основы технологии машиностроения*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-3 Способен использовать на производстве знания о традиционных и новых технологических процессах, и операциях, нормативных и методических материалах о технологической подготовке производства, качестве, стандартизации и сертификации изделий и процессов	ПК*-3-В-1 Использует на производстве знания о традиционных и новых технологических процессах, и операциях ПК*-3-В-2 Использует на производстве знания нормативных и методических материалов о технологической подготовке производства, качестве, стандартизации и сертификации изделий и процессов	**Знать:** основные виды изнашивания и особенности разрушения деталей машин при различных условиях; основные способы повышения прочности и износостойкости деталей машин; основные принципы разработки технологического процесса восстановления изношенных деталей; **Уметь:** на основе анализа условий работы деталей машин выбирать способы их упрочнения или восстановления изношенных

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		поверхностей; **Владеть:** навыками использования нормативных и методических материалов для подготовки и оформления технических заданий на выполнение измерений, испытаний, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области упрочнения и восстановления деталей машин
ПК*-7 Способен осуществлять пуско-наладочные работы и испытания термического оборудования непрерывного действия в окислительных атмосферах и вакуумных однокамерных установок	ПК*-7-В-1 Осуществляет подготовку к выполнению работ по пуску и наладке сложного термического оборудования ПК*-7-В-2 Планирует и проводит индивидуальные и комплексные испытания сложного термического оборудования ПК*-7-В-3 Контролирует устранение дефектов сложного термического оборудования, выявленных при выполнении пуско-наладочных работ	**Знать:** основные виды термического оборудования для восстановления и поверхностного упрочнения деталей **Уметь:** планировать работы и испытания по восстановлению и упрочнению деталей машин с использованием сложного термического оборудования **Владеть:** принципами работы сложного термического оборудования

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	7 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**180**	**180**
Контактная работа:	**52,25**	**52,25**
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	7 семестр	всего
Самостоятельная работа: *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- выполнение индивидуального задания;* *- изучение разделов курса в системе электронного обучения;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к рубежному контролю*	**127,75**	**127,75**
Вид итогового контроля	**диф. зач.**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Виды изнашивания поверхностей и их особенности	10,5	0,5			10
2	Особенности разрушения и упрочнения поверхностей	16,5	2,5	4		10
3	Легирование стали для повышения прочности деталей машин	13	1			12
4	Термическая обработка для повышения износостойкости деталей машин	13	1			12
5	Поверхностная закалка	18	2	4		12
6	Химико-термическая обработка поверхностей	27	3	8		16
7	Поверхностное пластическое деформирование	18	2	4		12
8	Упрочнение и восстановление деталей наплавкой	6	2	4		16
9	Поверхностное упрочнение и восстановление с помощью источников высоких энергий	22	2	6		14
10	Разработка технологического процесса восстановления изношенной детали	20	2	4		14
	Итого:	180	18	34		128
	Всего:	180	18	34		128

4.2 Содержание разделов дисциплины

1 Виды изнашивания поверхностей и их особенности

Классификация видов изнашивания. Энергетический баланс разных видов изнашивания. Характеристики изнашивающихся узлов и деталей нефтегазового оборудования.

2 Особенности разрушения и упрочнения поверхностей

Общая схема разрушения поверхностей при механических видах изнашивания. Разрушение поверхностей при упругих деформациях. Разрушение поверхностей при пластических деформациях. Разрушение поверхностей в результате развития трещины. Общая характеристика методов упрочнения поверхностей.

3 Легирование стали для повышения прочности деталей машин

Роль углерода в образовании различных фаз. Легирование металлами. Образование фаз внедрения. Примеси в сталях. Влияние фазовых составляющих стали на ее износостойкость при различных видах изнашивания. Износостойкость различных групп сталей. Композиционные металлические материалы.

4 Термическая обработка для повышения износостойкости деталей машин

Общая характеристика методов термической обработки. Особенности формирования структурно-фазового состава при термической обработке. Выбор охлаждающих сред при упрочняющей термической обработке. Закалка стали.

5 Поверхностная закалка.

Общие закономерности поверхностной закалки. Способы поверхностной закалки. Поверхностная закалка при нагреве газовым пламенем. Поверхностная закалка электроконтактным нагревом. Поверхностная закалка лазерным нагревом. Поверхностная закалка индукционным нагревом.

6 Химико-термическая обработка поверхностей

Основные закономерности процесса диффузии. Основы химико-термической обработки. Насыщение через газовую фазу. Насыщение из жидких сред. Насыщение их парофазовой среды. Цементация. Азотирование сталей. Нитроцементация и цианирование. Борирование. Хромирование. Титанирование. Алитирование. Силицирование. Цинкование. Бериллизация. Сульфидирование. Прочие виды диффузионного насыщение поверхностей.

7 Поверхностное пластическое деформирование

Виды дислокаций и их движение под действием сдвигающих усилий. Упрочнение при торможении дислокаций. Статические методы поверхностного пластического деформирования. Динамические методы поверхностного пластического деформирования. Использование пластического деформирования при ремонте.

8 Упрочнение и восстановление деталей наплавкой

Газовая наплавка деталей. Плазменная наплавка. Электродуговая наплавка: в защитных средах, вибродуговая, под слоем флюса, ручная. Лазерная наплавка.

9 Поверхностное упрочнение и восстановление с помощью источников высоких энергий

Вакуумное ионно-плазменное упрочнение. Ионное и магнетронное распыление. Ионное легирование (имплантация). Лазерное легирование. Электроискровое легирование. Электронно-лучевая обработка. Методы детонационного и плазменного нанесения покрытий.

10 Разработка технологического процесса восстановления изношенной детали

Проектирование технологических процессов. Выбор и обоснование способа восстановления изношенной детали. Разработка рациональной схемы ремонта изношенной детали. Выбор оптимального состава материала покрытия. Определение основных технологических параметров процесса нанесения покрытий. Выбор технологического оборудования для нанесения покрытий.

4.3 Практические занятия

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2	Анализ условий разрушения поверхностей активно изнашивающихся деталей	4
2	5	Структура и свойства поверхностного слоя после лазерной и плазменной закалки	4
3	6	Структура и твёрдость диффузионных слоёв после цементации и карбонитрации	4
4	6	Структура и микротвердости диффузионных слоев после борирования	4
5	7	Структура и микротвёрдость зоны пластической деформации после фрикционной обработки	4
6	8	Структура и свойства наплавленных слоёв	4
7	9	Особенности технологии нанесения и строения плазменных и электронно-лучевых покрытий	6
8	10	Определение характеристик ручной электродуговой наплавки при восстановлении деталей машин	4
		Итого:	34

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

5.1.1 Технологические процессы в машиностроении. Учебник. /С.И. Богодухов, А.Г. Схиртладзе, Р.М. Сулейманов, А.Д. Проскурин, издательство Старый Оскол: «ТНТ», 2012. – 624 с.

5.1.2 Материаловедение и технологические процессы в машиностроении [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / С. И. Богодухов [и др.]; под ред. С. И. Богодухова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол: ТНТ, 2017. - 560 с.: ил.; 32,55 печ. л. - Библиогр.: с. 558-559. - ISBN 978-5-94178-220-8.

5.2 Дополнительная литература

5.2.1 Бойцов, В. Б. Технологические методы повышения прочности и долговечности [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. Б. Бойцов, А. О. Чернявский. - М. : Машиностроение, 2005. - 128 с. : ил. - Библиогр.: с. 123-124. - Предм. указ.: с. 125-127. - ISBN 5-217-03286-3.

5.2.2 Богодухов, С. И. Материаловедение [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям: "Машиностроение", "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / С. И. Богодухов, Е. С. Козик. - Москва : Машиностроение, 2015. - 504 с. : ил., табл.; 31,50 печ. л. - Библиогр.: с. 493-494. - Термины и определения: с. 495-500. - Предм. указ.: с. 501-503. - ISBN 978-5-94275-775-5.

5.2.3 Богодухов, С.И. Оборудование и технология повышения износостойкости и восстановления деталей машин и аппаратов [Текст] : метод. указания по выполнению вып. квалификац. работы (дипломного проекта) / С. И. Богодухов [и др.].- 2-е изд., испр. - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2008. - 151 с. - Библиогр.: с. 141-142. - Прил.: с. 143-151.

5.3 Периодические издания

5.3.1 Деформация и разрушение материалов : журнал. - Москва : ООО "Наука и технологии", 2024. - № 1-12, 2025. - № 1-9.

5.3.2 Frontier Materials & Technologies: журнал. - ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет» https://vektornaukitech.ru/jour?locale=en_US

5.3.3 Металловедение и термическая обработка металлов : журнал. - Москва : ИД "Фолиум", 2023. - № 1 -12, 2024. - № 1-12.

5.3.4 Физика металлов и металловедение : журнал. - Москва : Российская академия наук, 2023. – Т. 124, № 1-12, 2024. – Т. 125, № 1-12

5.3.5 Черные металлы : журнал. - Москва : АО "Издательский дом "Руда и Металлы".

5.4 Интернет-ресурсы

5.4.1 https://openedu.ru/course/?group=374&status=all - «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Защитные покрытия на металлопродукции»

5.4.2 http://docs.cntd.ru − электронный фонд правовой и нормативно-технической документации «Техэксперт».

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

5.5.1 Операционная система РЕД ОС.

5.5.2 Пакет офисных приложений «МойОфис Образование».

5.5.3 Для работы с ресурсами Интернет - веб-браузер Яндекс https://yandex.ru/ .

5.5.4 ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2026]. – Режим доступа в сети ОГУ http://garant.net.osu.ru

5.5.5 Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - http://aist.osu.ru.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет», и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

Для проведения практических занятий используются лаборатории материаловедения, пробоподготовки и структурных исследований, которые имеют следующее оборудование и приборы: оптико-цифровой металлографический микроскоп OLYMPUS DSX1000 (1 шт.); микротвердомер ПМТ-3М; многофункциональный твердомер типа Роквелл марки ОКПД2; шлифовально-полировальный станок для подготовки металлографических образцов Metkon; настольный растровый электронный микроскоп с системой микроанализа JTOL JCM-6000; прецизионный металлографический отрезной станок, MICRCUT 151, установка электролитического полирования и травления PULITROL; дифрактометр рентгеновский МД-10; оптико-эмиссионный спектрометр Labspark 1000; комплект образцов высоколегированных сталей (конструкционных, инструментальных, специального назначения); набор химреактивов для травления образцов микрошлифов; сканер механических напряжений "Stress Vision LAB"; комплект кодотранспорантов по курсу материаловедение; плакаты.