

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра материаловедения и технологии материалов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.Э.5.2 Восстановление и упрочнение деталей машин»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

22.03.01 *Материаловедение и технологии материалов*

(код и наименование направления подготовки)

Металловедение и термическая обработка металлов

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2022

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.Э.5.2 Восстановление и упрочнение деталей машин» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра материаловедения и технологии материалов

наименование кафедры

протокол № 7 от "24" января 2022 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра материаловедения и технологии материалов

наименование кафедры

подпись

В.И. Юршев

расшифровка подписи

Исполнители:

доцент

должность

подпись

Е.Ю. Приймак

расшифровка подписи

заведующий кафедрой МТМ

должность

подпись

В.И. Юршев

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

код наименование

личная подпись

В.И. Юршев

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

личная подпись

Н.Н. Бигалиева

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству АКИ

личная подпись

А.М. Черноусова

расшифровка подписи

№ регистрации 148234

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, нормативных и методических материалах 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

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		восстановления изношенных 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:	53,5	53,5
Лекции (Л)	18	18

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	7 семестр	всего
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5
Самостоятельная работа: - выполнение курсовой работы (КР); - выполнение индивидуального задания (ИЗ); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю.	126,5 +	126,5
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	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 из парофазовой среды. Цементация. Азотирование сталей. Нитроцементация и цианирование. Борирование. Хромирование. Титанирование. Алитирование. Силицирование. Цинкование. Бериллизация. Сульфидирование. Прочие виды диффузионного насыщения 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 (семинары)

№ 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 микротвёрдости диффузионных слоёв 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

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
		Итого:	34

4.4 Курсовая работа (7 семестр)

4.4.1. Обоснование способа восстановления прокатного валка из стали марки 9Х2МФ.

4.4.2. Обоснование способа упрочнения поверхности рабочей лопатки газовой турбины авиационного двигателя, изготовленной из сплава ЖС6К.

4.4.3. Обоснование способа упрочнения поверхности штока выпускного клапана дизельного двигателя (сталь ЭИ69), эксплуатируемого в условиях трения.

4.4.4. Обоснование способа упрочнения (восстановления) поверхности молотков известковых дробилок, изготавливаемых из стали марки Ст5 и эксплуатируемых в условиях интенсивного износа.

4.4.5. Обоснование способа упрочнения поверхности сопловой лопатки газовой турбины судового двигателя из высокохромистого жаропрочного никелевого сплава и др.

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

5.1.1 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.

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

5.2 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.

5.3 Периодические издания

5.3.1 Деформация и разрушение материалов : журнал. – Москва : Агентство "Роспечать", 2009. – № 1-12.

5.3.2 Прочность конструкций и материалов : реферативный журнал. – М. : ВИНИТИ, 2008. – № 1-12, 2010. – № 1-3,7-12.

5.4 Интернет-ресурсы

5.4.1 <http://window.edu.ru/> – информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»

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 Microsoft Windows.

5.5.2 Open Office/Libre Office – свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.

5.5.3. Университетская платформа электронного обучения «Электронные курсы ОГУ в системе обучения Moodle» (<http://moodle.osu.ru>);

5.5.4. Корпоративная платформа Microsoft Teams развернутая в «облаке» MS в рамках Подписки Microsoft Azure Dev Tools for Teaching

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения практических занятий на кафедре используется оборудование лабораторий: лаборатория сварочного оборудования (сварочные аппараты типа ТД 500, ВД 201УЗ, ВД 306 У2, ВДУ 504 УЗ, А 384– автоматическая сварка под слоем флюса, автоматическая сварка в среде защитных газов с вращателем, Triton 220, Digital spotter 5500, ТИР-315 в среде защитных газов, МТ 501, ВСВУ 160, Вулкан 160, ПСГ 500, ПСО 300), лаборатория металлообработки, лаборатория технологических процессов машиностроения, лаборатория сварочных процессов, лаборатория лазерных технологий (МУЛ 1, ЛТУ ГОС 301), лаборатория металловедения (печи термообработки СНОЛ), лаборатория вакуумной техники и нанесения покрытий (ВУП 1, УВН 2, ННВ 6), участок литейного производства, учебно-наглядные пособия, плакаты. Помещение для самостоятельной работы обучающихся и выполнения курсовой работы оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.