Минобрнауки России

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

Кафедра механики материалов, конструкций и машин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.Э.4.2 Фрактодиагностика»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность
(код и наименование направления подготовки)

Промышленная безопасность и производственный контроль
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2026

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.Э.4.2 Фрактодиагностика*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра механики материалов, конструкций и машин
наименование кафедры

протокол № 13 от "16" марта 2026 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра механики материалов, конструкций и машин _____ Е.В. Пояркова
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
Зав. кафедрой механики материалов, конструкций и машин _____ Е.В. Пояркова
должность *подпись* *расшифровка подписи*

Доцент кафедры механики материалов, конструкций и машин _____ Е.Ю. Приймак
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность _____ Е.В. Пояркова
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
главный библиограф _____ Г. Г. Гасойтис
личная подпись *расшифровка подписи*

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

№ регистрации _____

© Приймак Е.Ю., 2026
Пояркова Е.В.,
© ОГУ, 2026

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: освоение обучающимися методологических приемов при решении задач фрактодиагностики разрушений материалов и конструкций.

Задачи:

- ознакомить студентов с основными видами изломов и механизмами разрушения металлических материалов;
- ознакомить студентов с основами физики и механики разрушения;
- дать основные представления о современных методах исследования свойств и структуры материала, а также строения изломов;
- ознакомить студентов с методологией фрактодиагностики разрушения.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.9 Основы проектной деятельности. Общественные проекты, Б1.Д.В.4 Материаловедение и технология конструкционных материалов*

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*-1 Способен использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач	ПК*-1-В-1 Знает методы и законы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук, используемые для решения профессиональных задач ПК*-1-В-2 Умеет применять средства математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач ПК*-1-В-3 Владеет навыками использования законов и методов математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач	**Знать:** законы математики и естественных наук применительно к решению задач фрактодиагностики металлов **Уметь:** применять законы математики и естественных наук применительно к решению задач фрактодиагностики металлов **Владеть:** основами метода количественной фрактографии

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	6 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**108**	**108**
Контактная работа:	**34,25**	**34,25**
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: *- выполнение индивидуального задания (ИЗ);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к рубежному контролю.)*	**73,75**	**73,75**
Вид итогового контроля (зачет)	**зачет**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Макро- и микростроение изломов металлических материалов	18	2	2		14
2	Методы исследования изломов	22	2			20
3	Разрушение металлических материалов при однократных видах нагружения	20	4	4		12
4	Разрушение металлических материалов при циклическом нагружении	20	4	2		14
5	Фрактодиагностика разрушения	28	6	8		14
	Итого:	108	18	16		74
	Всего:	108	18	16		74

4.2 Содержание разделов дисциплины

1 Макро- и микростроение изломов металлических материалов

Классификация изломов. Макростроение изломов. Микростроение изломов. Стадийность и самоподобие процесса разрушения.

2 Методы исследования изломов

Методики подготовки изломов к исследованию. Световая микрофрактография. Растровая электронная микроскопия. Просвечивающая электронная микроскопия. Электронная спектроскопия. Количественная фрактография. Количественная стереоскопическая фрактография. Рентгеноструктурный анализ, как метод исследования изломов.

3 Разрушение металлических материалов при однократных видах нагружения

Основные виды разрушения и строения изломов. Вязкое разрушение. Квазихрупкое разрушение. Хрупкое разрушение. Вязкохрупкое разрушение. Смешанное разрушение.

Влияние различных факторов на охрупчивание материалов. Влияние температуры испытания. Хладноломкость металлов. Влияние напряженного состояния и уровня прочности материалов. Влияние скорости нагружения. Влияние окружающей среды.

Элементы механики разрушения при однократных видах нагружения. Некоторые понятия механики разрушения. Пластические зоны и локальное напряженное состояние материала у вершины трещины.

4 Разрушение металлических материалов при циклическом нагружении

Механизм и стадийность усталостного разрушения. Зарождение усталостной трещины. Распространение усталостной трещины.

Характеристики условий нагружения и усталостной трещины. Циклы, схемы и виды нагружения. Кривая усталости. Малоцикловая, многоцикловая и гигоцикловая усталость.

Элементы механики разрушения при циклическом нагружении. Коэффициенты интенсивности напряжения при циклическом нагружении. Кинетическая диаграмма усталостного разрушения. Пластические зоны у вершины усталостной трещины.

Особенности строения изломов при усталостном разрушении. Виды усталостных изломов. Зональность строения изломов. Зона зарождения трещины. Зона стабильного роста трещины. Зона нестабильного роста трещины. Зона долома.

5 Фрактодиагностика разрушения

Понятие фрактодиагностики. Фрактодиагностика эксплуатационных повреждений. Параметры эксплуатационных повреждений, которые могут выявлены фрактографически. Влияние толщины и формы детали или конструкции на изменение типа разрушения.

Определение свойств материала и параметров разрушения фрактографическими методами. Определение критической температуры хрупкости материала фрактографическим методом. Оценка длительности роста усталостной трещины по ширине усталостных бороздок. Определение величины номинального напряжения по параметрам микрорельефа излома.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Макро- и микростроение изломов	2
2	3	Определение характера разрушения металла при однократном нагружении	2
3		Определение критической температуры хрупкости материала фрактографическим методом	2
4	4	Оценка длительности роста усталостной трещины по ширине усталостных бороздок	2
5, 6, 7, 8	5	Диагностика причин повреждений различных деталей и элементов конструкций	8
		Итого:	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1.1. Фрактодиагностика разрушения металлических материалов и конструкций [Текст] : учеб. пособие для вузов / Г. В. Клевцов [и др.]. - М. : МИСиС, 2007. - 264 с. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-87623-176-5.

5.1.2 Пояркова, Е. В. Диагностика повреждений металлических материалов и конструкций [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлениям подготовки 24.03.04 Авиастроение и 151600.62 Прикладная механика / Е. В. Пояркова, С. Н. Горелов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". -

Электрон. текстовые дан. (1 файл: 7.15 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2014. - 202 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/6784_20150209.pdf

5.2 Дополнительная литература

5.2.1. Дефекты и повреждения деталей и конструкций [Текст] : монография / В. М. Кушнаренко [и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : РУССЕРВИС, 2012. - 531 с. : ил. - Библиогр.: с. 526-531. - ISBN 978-5-904627-16-4.

5.2.2 Механизмы разрушения металлических материалов и пластические зоны под поверхностью изломов [Текст] : [монография] / Г. В. Клевцов [и др.]. - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2008. - 160 с. : ил. - Библиогр.: с. 157-158. - Прил.: с. 159. - ISBN 9785-7410-0710-5.

5.2.3 Иванова, В.С. Количественная фрактография. Усталостное разрушение / В.С. Иванова, А. А. Шанявский. − Челябинск : Металлургия, 1988. − 397 с. : ил. − Библиогр.: с. 387-397. − Предм. указ.: с. 398-399.

5.2.4. Электронномикроскопическая фрактография [Текст] : альбом / под ред. Л. М. Утевского; Волгоград. обл. правление НТО ЧМ, Металлург. ордена Ленина и ордена Трудового Красного знамени завод "Красный Октябрь". - М. : Металлургия, 1973. - 44 с. : ил.

5.2.5. Фрактография - средство диагностики разрушенных деталей [Текст] / под ред. М. А. Балтер . - М. : Машиностроение, 1987. - 160 с. : ил. + 56 вкл. л. - Библиогр.: с. 154-158.

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 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».

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

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

Для проведения лекционных и практических занятий используются аудитории, оснащенные демонстрационным оборудованием (переносным проектором, переносным экраном, ноутбуком), комплектом специализированной мебели, доской аудиторной, плакатами. Аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ. Для проведения лабораторных занятий используются специализированные лаборатории, оснащенные: демонстрационным оборудованием (переносным проектором, переносным экраном, ноутбуком), комплектом специализированной ученической мебели, доской аудиторной, компьютерами с выходом в ИНТЕРНЕТ и электронную информационно-образовательную среду ОГУ, учебно-лабораторным оборудованием, испытательными машинами.