

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Научно-образовательный центр новых материалов и перспективных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.8 Диагностика разрушения»

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 2024

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.8 Диагностика разрушения» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Научно-образовательный центр новых материалов и перспективных технологий

наименование кафедры

протокол №6 от "14" февраля 2024 г.

Директор
Научно-образовательного центра новых материалов и
перспективных технологий

наименование кафедры



подпись

С.Е. Крылова

расшифровка подписи

Исполнители:

доцент

должность



подпись

Е.Ю. Приймак

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

код наименование



личная подпись

С.Е. Крылова

расшифровка подписи

/ Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов



личная подпись

Е.А. Бихширова

Н.Н. Бигалиева

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству АКИ



личная подпись

А.М. Черноусова

расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Приймак Е.Ю., 2024

© ОГУ, 2024

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: освоение обучающимися методологических приемов при решении задач диагностики 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 диагностики разрушения;
- ознакомить студентов с конкретными методами диагностики разрушения, их возможной комбинацией применительно к решению практических задач.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.3 Системы искусственного интеллекта в материаловедении, Б1.Д.В.10 Механические и физические свойства материалов*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.12 Контроль качества готовых изделий*

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*-2 Способен применять навыки использования принципов и методик комплексных исследований, испытаний, измерений и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания	ПК*-2-В-1 Применяет навыки использования принципов и методик комплексных исследований, испытаний, измерений и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации ПК*-2-В-2 Применяет навыки использования принципов и методик стандартных и сертификационных испытаний	<u>Знать:</u> классификацию изломов, основанную на различных принципах; фрактографические признаки различных видов изломов, их связь с механизмами разрушения; основы физики и механики разрушения; основные методы исследования изломов; конкретные методики определения свойств и параметров нагружения разрушенного объекта <u>Уметь:</u> на основе анализа условий работы конструкций и деталей

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		<p>выбирать методику исследования параметров и причин разрушения; интерпретировать результаты; использовать результаты исследования изломов для объяснения причин разрушения объектов; формулировать рекомендации, позволяющие предотвратить новые разрушения</p> <p>Владеть: методиками приготовления объектов исследования; навыками использования принципов и методик анализа и диагностики разрушения материалов и конструкций с учетом условий эксплуатации.</p>

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	6 семестр	всего
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия (ПЗ)	14	14
Лабораторные работы (ЛР)	14	14
Консультации	1	1
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	1	1
Промежуточная аттестация	0,5	0,5
Самостоятельная работа: - выполнение курсовой работы (КР); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - изучение разделов курса в системе электронного обучения; - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю.	97,5 +	97,5
Вид итогового контроля	экзамен	144

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	14	2		2	10
2	Методы исследования изломов	12	2			10
3	Разрушение металлических материалов при однократных видах нагружения	34	4	8	6	16
4	Разрушение металлических материалов при циклическом нагружении	22	2	2	2	16
5	Разрушение при длительном действии статических нагрузок	18	2			16
6	Диагностика характера дефектов материала, способствующих разрушению деталей	20	2		2	16
7	Диагностика аварийного разрушения промышленных конструкций и деталей машин	24	2	4	2	16
	Итого:	144	16	14	14	100
	Всего:	144	16	14	14	100

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. Квасихрупкое 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 гистоцикловая 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 Разрушение при длительном действии статических нагрузок

Замедленное разрушение. Понятие статической трещиностойкости. Критерии разрушения в линейно-упругой и нелинейной механике. Экспериментальные методы определения трещиностойкости. Строение изломов при замедленном разрушении.

Коррозионное растрескивание под напряжением. Особенности процесса. Методы испытаний. Критерии оценки склонности сталей к коррозионному растрескиванию под напряжением. Строение изломов при коррозионном растрескивании.

Разрушение при ползучести. Основные понятия, характеристики ползучести и релаксации напряжений. Характеристики ползучести. Параметры ползучести. Механизмы разрушения при ползучести. Карты механизмов разрушения. Строение изломов при длительном воздействии статических нагрузок и повышенных температур.

6 Идентификация технологических дефектов

Технологические дефекты слитка. Технологические дефекты прокатки. Дефекты водородного происхождения. Дефекты изломов перегретой стали. Диагностика характера трещин, образовавшихся на различных стадиях изготовления деталей. Дефекты цементованных деталей.

7 Диагностика аварийного разрушения промышленных конструкций и деталей машин

Рекомендации по методике диагностирования разрушенных деталей. Алгоритм диагностирования отказов. Оценка общего состояния объекта исследования. Анализ внешнего состояния. Оценка качества изготовления и материала детали. Анализ условий работы.

Фрактодиагностика эксплуатационных повреждений. Определение свойств материала и параметров разрушения фрактографическими методами. Рентгеновская фрактодиагностика разрушения.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Макро- и микростроение изломов	2
2	3	Определение характера разрушения металла при однократном нагружении	2
3	3	Определение пластических зон под поверхностью изломов	2
4	3	Определение порога хладноломкости сталей	2
5	4	Определение характера усталостных изломов	2
6	6	Идентификация технологических дефектов	2
7	7	Диагностика причин повреждений различных деталей и элементов конструкций	2
		Итого:	14

4.4 Практические занятия

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1,2	3	Оценка и определение склонности элементов конструкции к хрупкому разрушению	4
3,4	3	Определение характеристик трещиностойкости металла при однократном статическом нагружении	4
5	4	Расчет на циклическую долговечность	2
6,7	7	Диагностика аварийного разрушения промышленных	4

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
		конструкций и деталей машин	
		Итого:	14

4.5 Курсовая работа (6 семестр)

1. Разработка алгоритма диагностики эксплуатационных повреждений пароперегревателей паровых котлов.
2. Разработка алгоритма диагностики эксплуатационных повреждений режущего инструмента.
3. Разработка алгоритма диагностики эксплуатационных повреждений зубчатых колес.
4. Разработка алгоритма диагностики эксплуатационных повреждений поршневых пальцев.
5. Разработка алгоритма диагностики эксплуатационных повреждений коленчатых валов.
6. Разработка алгоритма диагностики эксплуатационных повреждений нефтегазопроводных труб.
7. Разработка алгоритма диагностики эксплуатационных повреждений бурильных труб и т.п.

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

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.

5.2 Дополнительная литература

5.2.1. Дефекты и повреждения деталей и конструкций [Текст]: монография / В. М. Кушнарченко [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. Электронномикроскопическая фрактография [Текст]: альбом / под ред. Л. М. Утевского; Волгоград. обл. правление НТО ЧМ, Metallург. ордена Ленина и ордена Трудового Красного знамени завод "Красный Октябрь". - М.: Metallургия, 1973. - 44 с.: ил.

5.2.3. 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: Агентство "Роспечать", 2009. – № 1-12.

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

5.3.3 Заводская лаборатория. Диагностика материалов: журнал. – М.: Агентство "Роспечать", 2016. – № 1-12.

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 РЕД ОС.

5.5.2 Пакет офисных приложений LibreOffice.

5.5.3 Программная система для организации видео-конференц-связи MTS Link.

5.5.4 Яндекс.Браузер – браузер, созданный компанией «Яндекс» на основе движка (бесплатная версия) Режим доступа: <https://browser.yandex.ru>.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения практических занятий, 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 оснащено компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет», и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

Лаборатории материаловедения, пробоподготовки и структурных исследований 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 JTOLE 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.