

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.02.01
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Прочность материалов и диагностика аварийного разрушения изделий
(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)
22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

направленность (профиль)/специализация
Гибридные и комбинированные технологии

Форма обучения: очная

Год набора: 2026

Общая трудоемкость: 8 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	4	Итого
Форма контроля	Экз.	
Вид занятий		
Лекции	8	8
Лабораторные	-	-
Практические	16	16
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР	-	-
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	24,35	24,35
Самостоятельная работа	228	228
Контроль	35,65	35,65
Итого	288	288

Рабочую программу составил(и):

Профессор кафедры СОМДиРП, д.т.н., профессор Клевцов Г.В.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Срок действия рабочей программы дисциплины до «_01_» сентября 2028 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы» (протокол № 1 от «03» сентября 2025 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – Сформировать знания о прочностных свойствах металлических материалов и диагностика аварийного разрушения изделий

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: материаловедение и технологии современных и перспективных материалов, дифракционные и микроскопические методы исследования, Методы исследования, контроля и диагностики материалов, гибридные технологии лазерной и ультразвуковой обработки материалов, технологии электродуговой, плазменной и электролитической обработки поверхностей.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Методы исследования, контроля и диагностики материалов, Комбинированные технологии обработки и производства конструкций из легких сплавов, Производственная практика (преддипломная практика).

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-2. Способен использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением	ПК-2.1. Осуществляет анализ изменения свойств материалов в зависимости от их микро- и наноструктуры, а также от воздействия внешних факторов	Знать: влияние микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением
		Уметь: использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением
		Владеть: способностью использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного определения)
Прочность материалов и Основные механизмы деформации и разрушения при различных видах нагружения	Лек.1	Прочность материалов при различных видах нагружения. Макро- и микрофрактографические особенности строения вязких, хрупких смешанных и усталостных изломов.	4	2		Опрос
	Пр.	Кинетика и механизм вязкого и хрупкого разрушения.	4	2	2	Обсуждение
	Пр.	Методы определения критических температур хрупкости	4	2	2	Обсуждение
	Лек.2	Использование механики разрушения для оценки работоспособности конструкций и деталей машин с трещиной	4	2		Опрос
	Пр.	Строение усталостных изломов при мало- и многоциклового	4	2	2	Обсуждение
	Пр.	Определение коэффициента n уравнении Периса в области малоциклового усталости.	4	2	2	Обсуждение
Основы диагностики аварийного разрушения изделий	Лек.3	Методические вопросы исследования изломов разрушенных изделий.	4	2		Опрос
	Пр.	Оценка локального напряженного состояния материала при различных видах нагружения	4	6	2	Обсуждение
	Пр.	Сохранение, транспортировка и исследование изломов при основной экспертизе.	4	2	2	Обсуждение
	Лек. 4	Диагностика аварийного разрушения изделий. Предварительная и основная экспертиза.	4	2		Опрос
	Пр.	Диагностика аварийного разрушения при однократных видах нагружения.	4	2	2	Обсуждение
	Пр.	Определение параметров усталостного аварийного разрушения. (напряжения цикла, скорости роста усталостной трещины, коэффициента асимметрии цикла).	4	2	2	Обсуждение
	ПА			0.35		
	Контроль			35,65		
	СР			228		
Итого:				288		

5. Образовательные технологии

При реализации данной дисциплины используются следующие технологии:

Технология традиционного обучения – предлагает традиционную последовательность изучения нового материала, в форме лекций, лабораторных работ и самостоятельной работы студентов;

Информационные технологии – предлагают использование компьютера во время проведения занятий, например, визуальные лекции с использованием презентационного метода обучения.

Интерактивные технологии – диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие между студентом и преподавателем, либо между студентами, использование метода обучения «мозговой штурм», использование элементов проблемного обучения в виде наличия вопросов проблемного характера в лабораторных работах и требований анализа полученных результатов с последующим выводом по экспериментальным и расчетным данным.

6. Методические указания по освоению дисциплины

Учебная деятельность студента в процессе изучения дисциплины «Прочность материалов и диагностика аварийного разрушения изделий» состоит из контактной формы работы с преподавателем в аудитории и самостоятельной работы. Для успешного освоения дисциплины является обязательным посещение лекций, практических и лабораторных занятий и иных форм работы.

При подготовке к выполнению практических работ используется учебник «Г.В. Клевцов, Н. А. Клевцова, О. А. Фролова. Физика и механика разрушения: Основы диагностики разрушения металлических материалов: электронный учебник. - Тольятти: ТГУ, 2014. - 264 с.», также монографию «Л.Р. Ботвина. Основы фрактодиагностики. – Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2022 г.».

Каждая из практических работ завершается выполнением теста, который позволяет студенту оценить уровень овладения изучаемой темой.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Прочность материалов и диагностика аварийного разрушения изделий» имеет особое значение, поскольку позволяет перейти от формального выполнения определенных заданий при пассивной роли студента к познавательной активности с формированием собственного мнения при решении поставленных проблемных вопросов и задач. Самостоятельная работа студентов служит получению новых знаний, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию профессиональных навыков и умений.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
4	ПК-2	<i>Вопросы к экзамену № 1-43 Темы тестов № 1-50</i>

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Комплект заданий для практической работы

Типовые задания

1. Тема «Макрофрактографический анализ изломов материала, полученных при однократных видах нагружения (статических, ударных)».

1. Какой вид (схема) деформированного состояния соответствует хрупкому разрушению материала:
 - а) объемное деформированное состояние,
 - б) плоское деформированное состояние,
 - в) разноименное объемное состояние.
2. Какой вид напряженного состояния соответствует вязкому разрушению материала при испытаниях образца на изгиб?
 - а) объемное,
 - б) линейное,
 - в) плоское.
3. Почему материалы с ГЦК решеткой более пластичны?
 - а) т.к. материалы с ГЦК решеткой имеют большое количество непересекающихся систем скольжения,
 - б) т.к. ГЦК решетка более плотноуплотненная,
 - в) т.к. материалы с ГЦК имеют больше плоскостей скольжения.
4. Как влияет деформация сжатием на пластичность сталей?
 - а) пластичность возрастает,
 - б) пластичность снижается,
 - в) пластичность не меняется.
5. В каком состоянии сталь обладает большей коррозионной стойкостью?
 - а) после закалки,
 - б) после отжига,
 - в) после пластической деформации.

2. Тема «Расчет трещиностойкости материала».

1. Что понимают под статической трещиностойкостью (K_{Ic}) материала?
 - А) способность материала сопротивляться статическим нагрузкам.
 - Б) способность материала с трещиной сопротивляться статическим нагрузкам.
 - В) способность материала с трещиной сопротивляться пластической деформации.
2. Для чего в образцах для испытания на K_{Ic} выращивают усталостную трещину?
 - А) для ускорения разрушения.
 - Б) для создания более жесткого локального напряженного состояния.
 - В) для того, чтобы в образце развивалась только одна трещина.
3. В каких условиях локального напряженного состояния испытывают образцы на K_{Ic} ?
 - А) в условии плоской деформации.
 - Б) в условии плоского напряженного состояния.
 - В) особых условий нет.
4. Как влияет наноструктурирование на статическую трещиностойкость материалов?

- А) повышает трещиностойкость.
- Б) снижает трещиностойкость
- В) влияет неоднозначно.

5. Как можно достигнуть условия плоской деформации в образце?

- А) охлаждать образец.
- Б) повышать толщину образца.
- В) увеличить скорость нагружения.

3. Тема «Оценка локального напряженного состояния наноматериала по критериям механики разрушения и макростроению изломов»

1. Какой вид излома соответствует условию плоской деформации при разрушении?

- А) хрупкий
- Б) вязкий
- В) смешанный.

2. Критерий оценки условия плоской деформации, согласно ГОСТ?

- А) $t / (K_{Ic} / \sigma_{0,2})^2 \geq 2,5$
- Б) $t / (K_{Ic} / \sigma_{0,2})^2 \geq 5,2$
- В) $t / (K_{Ic} / \sigma_{0,2})^2 \geq 1,5$

3. Можно ли использовать для оценки условия плоской деформации критерий h_{max} / t ?

- А) да
- Б) нет
- В) да, но только для материалов с ОЦК решеткой.

4. Зависит ли K_{Ic} материала от размера и формы образцов?

- А) да
- Б) нет
- В) только от размера.

5. Зависит ли K_{sc} материала от размера и формы образцов?

- А) да
- Б) нет
- В) только от размера

4. Тема «Макрофрактографический анализ усталостных изломов».

1. Пределом выносливости (усталости) называют...

- А) напряжение, при котором материал выдерживает заданное число циклов нагружения
- Б) максимальное напряжение цикла, при котором материал выдерживает определенное число циклов нагружения (базу) без разрушения
- В) напряжение, по достижении которого происходит разрушение.

2. Укажите вид излома, при котором на его поверхности в области разрушения видны две зоны:

- А) интеркристаллитный хрупкий
- Б) вязкий
- В) усталостный.

3. Как влияет на предел усталости материала?
- А) повышает предел усталости
 Б) снижает предел усталости
 В) не влияет на предел усталости.
4. В чем проявляется стадийность усталостного разрушения?
- А) в образовании усталостных зон на поверхности излома.
 Б) в количестве циклов нагружения до образования трещины и количестве циклов на ее распространение.
 В) стадийность усталостного разрушения отсутствует.
5. С чем связано образование циклической пластической зоны у вершины трещины?
- А) с обратной пластической деформацией.
 Б) с изменением локального напряженного состояния материала.
 В) с циклическими нагрузками.
5. Тема «Построение кинетических диаграмм усталостного разрушения сплава».
1. В каких координатах строят кинетические диаграммы усталостного разрушения?
- А) в координатах $dl/dN - \Delta K$.
 Б) в координатах $lg dl/dN - lg \Delta K$.
 В) в координатах $ln dl/dN - ln \Delta K$.
2. Уравнение Пэрисса.
- А) $dl/dN = C \Delta K^n$
 Б) $dl/dN = C K_{max}^n$
 В) $ln dl/dN = ln \Delta K^n$
3. Какой материал лучше сопротивляется развитию усталостной трещины?
- А) с низким значением коэффициента n в уравнении Пэрисса.
 Б) с высоким значением коэффициента n в уравнении Пэрисса.
 В) не зависит от коэффициента n .
4. Сколько участков выделяют на кинетической диаграмме усталостного разрушения?
- А) два участка.
 Б) три участка.
 В) четыре участка.
5. Укажите критические значения K на кинетической диаграмме усталостного разрушения?
- А) K_{th}
 Б) K_{fc}
 В) K_{Ic}

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
4	по накопительному рейтингу	«зачтено»	55 – 100 баллов
		«не зачтено»	0 – 54 бала

7.3.1. Вопросы к экзамену

Семестр__4__

	Вопросы к экзамену
1.	Классификация изломов металлических материалов.
2	Вязкое разрушение. Механизм и фрактографические признаки вязкого разрушения.
3	Хрупкое разрушение. Механизм хрупкого разрушения.
4	Фрактографические признаки хрупкого разрушения. Транскристаллитное и интеркристаллитное (межзеренное) разрушение.
5	Вязко-хрупкий переход. Фрактографические признаки разрушения материалов в интервале вязко-хрупкого перехода.
6	Критические температуры хрупкости. Методы определения.
7	Причины перехода материалов из пластического состояния в хрупкое.
8	Хладноломкость металлов. Схема Иоффе-Давиденкова, Влияние на хладноломкость напряженного состояния, толщины образца, скорости нагружения.
9	Влияние размера зерна и наличия примесей на напряжение отрыва. Межзеренная хрупкость.
10	Виды воздействия сред эксплуатации: коррозионно-механическое растрескивание, хрупкость при контакте с расплавленными металлическими покрытиями, радиационное повреждение.
11	Задачи и основные понятия механики разрушения. Типы трещин.
12	Коэффициент интенсивности напряжения, его размерность.
13	Виды локального напряженного состояния материала у вершины трещины (плоская деформация, плоское напряженное состояние).
14	Схемы образования пластических зон при плоской деформации и плоском напряженном состоянии.
15	Критерий для определения локального напряженного состояния.
16	Условия прочности для элементов конструкций с трещиной.
17	Методика экспериментального определения статической трещиностойкости материала K_{Ic} .
18	Понятие усталости металла.
19	Испытание образцов на усталость.
20	Цикл усталостного нагружения (амплитуда).
21	Многоцикловая усталость.
22	Малоцикловая усталость.
23	Кинетическая диаграмма усталостного разрушения.
24	Соотношение макро- и микроскорости усталостной трещины
25	Зоны пластической деформации при усталостном разрушении.
26	Схемы образования пластических зон.
27	Факторы, влияющие на скорость распространения трещины.
28	Критические значения коэффициентов интенсивности напряжения.
29	Уравнение Пэриса.
30	Расчет долговечности конструкций.
31	Уравнение Коффина-Менеона.
32	Факторы, влияющие на предел выносливости.
33	Методы расчета конструкций на выносливость.
34	Виды циклов.
35	Кривые усталости.
36	Квазистатическое разрушение.

37	Малоцикловая и многоцикловая усталость.
38	Цикл усталостного нагружения (коэффициент асимметрии).
39	Цикл усталостного нагружения (частота циклов).
40	Фрактографические признаки усталостных изломов.
41	Пороговые значения коэффициентов интенсивности напряжения.
42	Методы расчета коэффициента интенсивности напряжения у вершины трещины.
43	Связь локального напряженного состояния с критическими температурами хрупкости.

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
2	Экзамен, устно	«отлично»	Правильный ответ на билет, включающий 2 вопроса и маркировку стали или сплава
		«хорошо»	Наличие некоторых неточностей в ответе на вопрос или в расшифровке стали или сплава
		«удовлетворительно»	Наличие неточностей в ответе на вопрос, требующих существенных уточнений или в расшифровке стали или сплава
		«неудовлетворительно»	Отсутствие знаний по вопросу и по расшифровке стали или сплава

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Л.Р. Ботвина	Основы Фрактодиагностики. – Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2022.- 394 с.	Монография	2022	BNP/2023/pdf07/Botvina/s1.pdf

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Г. В. Клевцов, Бобрук Е.В., Семенова И.П., Клевцова Н.А., Валиев Р.З.	Прочность и механизмы разрушения объемных наноструктурированных металлических материалов. - Уфа: РИК УГАТУ	Учебное пособие для студентов вузов	2016	5
2	Г. В. Клевцов, Н. А. Клевцова, О. А. Фролова	Физика и механика разрушения [Электронный ресурс]: Основы диагностики разрушения металлических материалов.- Тольятти: ТГУ	Электронный учебник	2014	ЭБС "РУКОНТ"
3	Белкин П. Н	Механические свойства, прочность и разрушение твёрдых тел . - Саратов: Вузовское образование	Учебное пособие	2013	ЭБС "IPRbooks"

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- «Вестник магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова», <http://vestnik.magtu.ru>
- «Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: технические науки», <http://science.samgtu.ru/node/31>
- «Литьё и металлургия» <http://lim.bntu.by>
- «Технология металлов» <http://www.nait.ru>
- «Перспективные материалы» <http://www.j-pm.ru>

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018г., срок действия – бессрочно; контракт №1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно;
2	Office Standart: Office Standart 2016 Russian	договор № 757 от 04.07.2018г., срок действия - бессрочно; контракт № 727 от 20.07.2016, срок действия – бессрочно;

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. Е-214	Столы ученические двухместные , столы ученические, стол компьютерный, стол преподавательский, ПК ,доска трехсекционная аудиторная (меловая), стул преподавательский, проектор мультимедийный ,экран для проектора, тумба выкатная
2	Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового	Стол преподавательский, столы ученические двухместные, стулья, доска аудиторная (меловая, трехстворчатая), столы лабораторные, микроскопы металлографические.

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. Е-203	
3	Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. Е-105	Столы ученические двухместные , стулья ученические , доска аудиторная (меловая), шкафы для учебных пособий, столы лабораторные, микроскоп металлографический, щит силовой
4	Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. Е-403	Столы ученические письменные , стулья-, доска аудиторная (меловая), стол преподавательский, стул преподавательский, шкафы для учебных пособий, лабораторные установки, ПК, проектор, экран, коммутатор.
5	Учебно-производственная зона. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. Слесарная мастерская. Участок станков с ЧПУ.	Столы-парты двухместные, стулья, стол преподавательский, стул преподавательский, передвижная доска, испытательное оборудование.

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	ИТП-119	
6	Помещение для самостоятельной работы обучающихся Г-401	Столы, стулья, компьютеры.
7	Помещение для самостоятельной работы обучающихся Д-409	Столы-парты двухместные, стулья, стол преподавательский, стул преподавательский, передвижная доска, экран, процессор, проектор, компьютерные столы, компьютеры для студентов с выходом в сеть интернет, компьютер преподавателя, сетевой шкаф.