

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 И.Ю.Черникова

« 09 » января 20 25 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Физика и механика разрушения материалов
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 22.04.02 Metallургия
(код и наименование направления)

Направленность: Металловедение и технология термической обработки сталей
и высокопрочных сплавов
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины – приобретение профессиональных компетенций с целью экспериментальной оценки характеристик сопротивления разрушению, а также способов изменения структуры с целью приобретения металлическим материалом высокого уровня сопротивления разрушению.

- изучение влияния структурного состояния на уровень трещиностойкости металлов и сплавов, а также на микромеханизмы роста трещины;
- формирование умения обоснованно выбирать критерии оценки трещиностойкости в соответствии с подходами физики и механики разрушения;
- формирование навыков экспериментальной оценки статической, динамической и циклической трещиностойкости в соответствии с нормативными документами.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- методы определения характеристик трещиностойкости металлических материалов;
- теория дислокаций как объект, позволяющий увязывать исходную структуру металлов и сплавов и ее изменение в процессе нагружения или воздействия других факторов с уровнем характеристик трещиностойкости;
- конструкционные стали и другие сплавы на основе железа.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает методы исследований, обработки и анализа результатов испытаний и измерений; критерии выбора методов и методик исследований.	Знает методы исследований, обработки и анализа результатов испытаний и измерений; критерии выбора методов и методик исследований	Экзамен
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет проводить испытания, измерения; выполнять металлографические исследования структуры металлов и сплавов; анализировать полученные данные, делать выводы.	Умеет проводить испытания, измерения; выполнять металлографические исследования структуры металлов и сплавов; анализировать полученные данные, делать выводы	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Владеет навыками выбора испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения исследований; обработки и оценки результатов исследований.	Владеет навыками выбора испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения исследований; обработки и оценки результатов исследований	Индивидуальное задание
ПК-2.2	ИД-1ПК-2.2	Знает причины возникновения дефектов при термообработке; методы анализа и контроля качества продукции.	Знает причины возникновения дефектов при термообработке; методы анализа и контроля качества продукции.	Экзамен
ПК-2.2	ИД-2ПК-2.2	Умеет оперативно решать технологические проблемы в производстве.	Умеет оперативно решать технологические проблемы в производстве.	Индивидуальное задание
ПК-2.2	ИД-2ПК-2.2	Владеет навыками анализа производственной ситуации; выявления причин брака продукции и подготовка мероприятий по его устранению; принятия мер по предупреждению появления брака.	Владеет навыками анализа производственной ситуации; выявления причин брака продукции и подготовка мероприятий по его устранению; принятия мер по предупреждению появления брака.	Индивидуальное задание

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	32	32	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	14	14	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	16	16	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	76	76	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
2-й семестр				
Физические основы прочности и разрушения металлов.	8	0	6	38
Тема 1. Межатомные взаимодействия и прочность металлов.				
Тема 2. Основные механизмы упрочнения металлов и сплавов.				
Тема 3. Упрочнение в результате образования мартенсита.				
Тема 4. Физические основы разрушения металлов в присутствии зародышевых субмикротрещин.				
Тема 5. Структура стали и сопротивление микросколу.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Тема 5. Структура стали и сопротивление микросколу.	6	0	10	38
Тема 6. Современные представления о процессе разрушения. Тема 7. Элементы линейной и нелинейной механики разрушения. Тема 8. Элементы структурной механики разрушения. Тема 9. Связь критериев физики и механики разрушения.				
ИТОГО по 2-му семестру	14	0	16	76
ИТОГО по дисциплине	14	0	16	76

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Расчет уровня предела текучести конструкционных сталей по параметрам их структуры.
2	Расчет сопротивления микросколу RMC, по полученным в результате проведенных замеров численным значениям параметров структуры.
3	Оценка чувствительности сталей к надрезам по критериям физики разрушения.
4	Построение и анализ K-тарировок для различных типов образцов.
5	Анализ микромеханизмов роста трещин при статическом нагружении.
6	Анализ микромеханизмов роста трещин при циклическом нагружении.
7	Построение и анализ диаграмм конструкционной прочности сталей и сплавов. Нанесение карт структурных состояний.
8	Установление связи между RMC и K1C конструкционных сталей.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Горицкий В. М., Терентьев В. Ф. Структура и усталостное разрушение металлов. Москва : Металлургия, 1980. 207 с.	1
2	Ежов А. А., Герасимова Л. П. Разрушение металлов. Москва : Наука, 2004. 400 с.	1
3	Золоторевский В. С. Механические свойства металлов : учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : МИСиС, 1998. 399 с.	32
4	Пестриков В. М., Морозов Е. М. Механика разрушения : курс лекций. Санкт-Петербург : Профессия, 2012. 551 с. 44,7 усл. печ. л.	3
5	Романив О. Н. Вязкость разрушения конструкционных сталей. Москва : Металлургия, 1979. 176 с.	2

6	Симонов Ю. Н., Георгиев М. Н., Симонов М. Ю. Основы физики и механики разрушения : учебное пособие для вузов. Пермь : ПНИПУ, 2012. 202 с. 16,45 усл. печ. л.	5
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Колесников Ю. В., Морозов Е. М. Механика контактного разрушения. Стер. Москва : ЛКИ, 2013. 219 с.	4
2	Механика упругопластического разрушения. Основы механики разрушения. Основы механики разрушения. Москва : УРСС, 2007. 349 с.	5
3	Механика упругопластического разрушения. Основы механики разрушения. Специальные задачи механики разрушения. Москва : УРСС, 2007.	7
4	Мешков Ю. Я., Пахаренко Г. А. Структура металла и хрупкость стальных изделий. Киев : Наукова думка, 1985. 266 с.	1
5	Морозов Е. М., Зернин М. В. Контактные задачи механики разрушения. Москва : Машиностроение, 1999. 544 с.	4
6	Партон В. З., Морозов Е. М. Механика упругопластического разрушения : учебное пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Наука : Физматлит, 1985. 502 с.	11
2.2. Периодические издания		
1	Деформация и разрушение материалов : научно-технический и производственный журнал. Москва : Наука и технологии, 2004 - .	
2	Заводская лаборатория. Диагностика материалов : научно-технический журнал по аналитической химии, физическим, математическим и механическим методам исследования, а также сертификации материалов. Москва : Тест-ЗЛ, 1932 - .	
3	Металловедение и термическая обработка металлов : научно-технический и производственный журнал. Москва : Машиностроение, 1955 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
1	Механические испытания. Расчет и испытания на прочность : сборник национальные стандарты. Изд. офиц. Москва : Стандартиформ, 2005. 240 с.	1
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Георгиев М.Н., Симонов М.Ю., Симонов Ю.Н. Основы физики и механики разрушения / Пермь, Изд-во ПНИПУ, 2012. – 263 с.	https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=575	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Георгиев М.Н., Симонов Ю.Н. Трещиностойкость железоуглеродистых сплавов: моногр. / Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013. – 419 с.	https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=2574	локальная сеть; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Springer Nature e-books	http://link.springer.com/ http://jwww.springerprotocols.com/ http://materials.springer.com/ http://zbmath.org/ http://npg.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	https://elib.pstu.ru/
Образовательная платформа Юрайт	https://urait.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRsmart	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	локальная сеть

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	http://325290.inkip.ru/docs

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Доска маркерная	1
Лекция	ПК или ноутбук	1
Лекция	Проектор	1
Практическое занятие	Доска маркерная	1
Практическое занятие	ПК	15
Практическое занятие	ПК или ноутбук	1
Практическое занятие	Проектор	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе
