Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 19.06.2025 11:59:52
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/
« 27
» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Анализ изломов при оценке надежности материалов

Направление подготовки
22.03.02. «Металлургия

Образовательная программа (профиль подготовки)
«Инновации в металлургии»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очно-заочная, заочная

Москва, 2025 г.

Разработчик:
Ст. преподаватель кафедры металлургии  Козырева О.Е.

Согласовано:
Заведующий кафедрой металлургии  Шульгин А.В.

Содержание

.....3
1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине.....4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....5
3. Структура и содержание дисциплины.....5
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение.....9
5. Материально-техническое обеспечение.....11
6. Методические рекомендации.....11
7. Фонд оценочных средств.....12
Форма промежуточной аттестации: экзамен.....12

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель – формирование углубленных знаний о видах разрушений, имеющих место в металлических материалах и причинах их возникновения, а также о фрактографическом анализе и иных методах исследования разрушений.

Задачи:

– изучение видов разрушений металлических материалов, их характерных признаков и причин возникновения;

– формирование первичных навыков проведения фрактографического анализа и металлографических исследований, направленных на выявление причин разрушения;

- приобретение знаний о критериях надежности и долговечности работы металлических изделий.

Планируемые результаты обучения – приобретение теоретических знаний по основным видам разрушений металлических материалов; приобретение навыков ведения фрактографического анализа и металлографических исследований; ознакомление с основными характеристиками прочности, надежности и долговечности, используемыми в конструкторских расчетах и технической документации.

Обучение по дисциплине «Анализ изломов при оценке надежности материалов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие ИУК-1.2. Осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи ИУК-1.3. Рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки
ПК-1 Способен выбирать методы планирования, подготовки и проведения исследований, наблюдений, испытаний, измерений и применять их на практике, анализировать, обрабатывать и представлять результаты	ИПК-1.1 - Знает методы исследований, проведения, обработки и анализа результатов испытаний и измерений. Критерии выбора методов и методик исследований ИПК-1.2 Умеет проводить испытания,

	измерения и обработку результатов. Регистрировать показания приборов. Проводит расчёты и критически анализирует результаты, делает выводы ИПК-1.3 Владеет выбором испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения исследований. Выполняет оценки и обработки результатов исследования

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, элективных дисциплин блока Б1.2.ЭД6 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Анализ изломов при оценке надежности материалов» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- материаловедение;
- физика;
- математический анализ.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(е) единиц(ы) (108 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1.Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр
1	**Аудиторные занятия**	**36**	8
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	8
1.2	Семинарские/практические занятия	18	
1.3	Лабораторные занятия		8
2	**Самостоятельная работа**	**72**	8
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		Экзамен
	Итого	**108**	8

3.1.2.Заочная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр
1	**Аудиторные занятия**	**10**	9
	В том числе:		
1.1	Лекции	4	9
1.2	Семинарские/практические занятия	6	9
1.3	Лабораторные занятия		
2	**Самостоятельная работа**	**98**	9
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		Экзамен
	Итого	**108**	9

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1.Очно-заочная форма обучения

п/п	Разделы/темы Дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1 1	**Раздел 1. Напряжения и деформации. Виды разрушений. Механизмы зарождения трещин**	**24**	**4**	**4**			**16**
1.1	Тема 1. Напряжения и деформации		2	2			8
1.2	Тема 2. Виды разрушений. Механизмы зарождения трещин.		2	2			8
2	**Раздел 2. Вязкое разрушение сталей и сплавов**	**12**	**2**	**2**			**8**
2.1	Тема 3. Механизм возникновения и характеристика вязкого разрушения		2	2			8
3	**Раздел 3. Хрупкое разрушение сталей и сплавов**	**48**	**8**	**8**			**32**
3.1	Тема 4. Основные положения и методы оценки склонности сталей к хрупкому разрушению		2	2			8
3.2	Тема 5. Влияние структуры и термической обработки на склонность стали к хрупкому разрушению		2	2			8
3.3	Тема 6. Влияние внутренних		2	2			8

	напряжений и пластической деформации						
3.4	Тема 7. Влияние взаимодействия с окружающей средой.		2	2			8
4.	**Раздел 4. Усталостное разрушение**	**12**	**2**	**2**			**8**
4.1	Тема 8.Механизм возникновения и развития усталостного разрушения		2	2			8
5	**Раздел 5. Фрактографический анализ. Методика проведения металлографического исследования.**	**12**	**2**	**2**			**8**
5.1	Тема 9. Методика проведения фрактографического анализа. Металлографическое исследование. Анализ изломов стали.		2	2			8
	Итого	**108**	**18**	**26**			**72**

3.2.2. Заочная форма обучения

п/п	**Разделы/темы Дисциплины**	**Трудоемкость, час**					
		Всего	**Аудиторная работа**				**Самостоятельная работа**
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1 1	**Раздел 1. Напряжения и деформации. Виды разрушений. Механизмы зарождения трещин**		**1**				**20**
1.1	Тема 1. Напряжения и деформации						10
1.2	Тема 2. Виды разрушений. Механизмы зарождения трещин.						10
2	**Раздел 2. Вязкое разрушение сталей и сплавов**		**1**				**10**
2.1	Тема 3. Механизм возникновения и характеристика вязкого разрушения						10
3	**Раздел 3. Хрупкое разрушение сталей и сплавов**		**1**	**2**			
3.1	Тема 4. Основные положения и методы оценки склонности сталей к хрупкому разрушению						
3.2	Тема 5. Влияние структуры и термической обработки на склонность стали к хрупкому разрушению						
3.3	Тема 6. Влияние внутренних напряжений и пластической						

	деформации						
3.4	Тема 7. Влияние взаимодействия с окружающей средой.						
4.	**Раздел 4. Усталостное разрушение**			**2**			
4.1	Тема 8.Механизм возникновения и развития усталостного разрушения						
5	**Раздел 5. Фрактографический анализ. Методика проведения металлографического исследования.**		**1**	**2**			
5.1	Тема 9. Методика проведения фрактографического анализа. Металлографическое исследование. Анализ изломов стали.						
	Итого	**108**	**4**	**6**			**98**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Напряжения и деформации. Виды разрушений. Механизмы зарождения трещин

Тема 1. Напряжения и деформации: напряжения и деформации; нормальные и касательные напряжения; тензор напряжений, тензор деформаций.

Тема 2. Виды разрушений. Механизмы зарождения трещин: разрушение хрупкое и вязкое; роль дислокаций в образовании трещин и процессах деформации; механизмы зарождения трещин.

Раздел 2. Вязкое разрушение сталей и сплавов.

Тема 3. Механизм возникновения и характеристика вязкого разрушения: влияние структуры металла на вязкое разрушение; механизм вязкого разрушения.

Раздел 3. Хрупкое разрушение сталей и сплавов

Тема 4. Основные положения и методы оценки склонности сталей к хрупкому разрушению: хладноломкость сталей; методы определения сопротивления отрыву; чувствительность сталей повышенной прочности к надрезу и методы испытаний надрезанных образцов; влияние размеров на сопротивление стальных деталей хрупкому разрушению, влияние скорости приложения нагрузки на склонность стали к хрупкому разрушению.

Тема 5. Влияние структуры и термической обработки на склонность стали к хрупкому разрушению: влияние размера зерна; образование двойников при хрупком разрушении; влияние термической обработки; влияние легирующих элементов.

Тема 6. Влияние внутренних напряжений и пластической деформации.

Тема 7. Влияние взаимодействия с окружающей средой: хрупкое разрушение стали в результате действия водорода; разрушение стальных деталей под влиянием расплавленных металлических покрытий; хрупкие разрушения при коррозии под напряжением; замедленное разрушение сталей.

Раздел 4. Усталостное разрушение

Тема 8.Механизм возникновения и развития усталостного разрушения: усталостное разрушение металлических материалов; малоцикловая и многоцикловая усталость; усталостный излом; зоны начала усталостного разрушения.

Раздел 5. Фрактографический анализ. Методика проведения металлографического исследования.

Тема 9. Методика проведения фрактографического анализа. Металлографическое исследование. Анализ изломов стали: фрактография; методика проведения фрактографического анализа; металлографическое исследование и методика его проведения.

3.4Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1.Семинарские/практические занятия

Практическая работа № 1. Методы определения сопротивления отрыву.

Практическая работа № 2. Исследование хрупкого разрушения стали в результате влияния водорода.

Практическая работа № 3. Хрупкое разрушение при коррозии под напряжением.

Практическая работа № 4. Образование трещин при закалке стали.

Практическая работа № 5. Флокены в стали.

Практическая работа 3 6. Анализ изломов стали при статических и динамических нагрузках.

3.4.2. Лабораторные занятия

Учебным планом не предусмотрены

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Учебным планом не предусмотрены

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

4.2 Основная литература

1.Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. «Материаловедение» Учебник для машиностроительных вузов – 2-е изд. переработанное и дополненное – М.: Машиностроение. 1980 – 493 с.

2. Потак Я.М. «Хрупкие разрушения стали и стальных деталей» Учебник для вузов – М.: Альянс 2015 – 390 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Гольдштейн М.И.; Грачев С.В.; Векслер Ю.Г. «Специальные стали и сплавы» Учебник для машиностроительных вузов – М.: «Металлургия». 1985 – 407 с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Электронно-образовательный ресурс находится в разработке

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)
1.	Мой Офис	ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301558/?sphrase_id=943375

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			
1.	Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http:// www.consultant.ru	Доступно
Электронно-библиотечные системы			
1.	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
2.	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
Профессиональные базы данных			
1.	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
2.	WebofScienceCoreCollection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Аудитории кафедры «Металлургия» ав1204, ав1205, ав1206, ав1206а оснащены ноутбуками, проектором, экраном, учебным материалом.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

При организации учебных занятий (лекций, семинаров, практических занятий, лабораторных, самостоятельных и выпускных работ, а также курсового проектирования) следует использовать элементы интерактивного обучения на всех этапах для вовлечения студентов в процесс познания. Для этого целесообразно использовать следующие формы:

– диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие преподавателя и студента;

– моделирование, то есть воспроизведение в условиях обучения по данной дисциплине процессов, происходящих в реальности;

– компьютеризация обучения для интенсификации и расширения возможностей образовательного процесса;

– использование средств наглядности: стенды с комплектом учебно-методической литературы, плакаты по темам, натурные образцы, мультимедийные системы, картотеку учебных видеослайдов и видеофильмов и др.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для максимальной индивидуализации деятельности студента, Учебным планом предусматривается время для самостоятельной работы.

Среди основных видов самостоятельной работы традиционно выделяют: творческую деятельность студента в аудитории, при внеаудиторных контактах с преподавателем на консультациях и домашней подготовке к лекциям, семинарским и практическим занятиям, зачетам и экзаменам, презентациям и докладам; написание рефератов, выполнение лабораторных и контрольных работ; участие в научной работе и пр.

Цель самостоятельной работы студента – осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою профессиональную квалификацию.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам лучше осуществлять на весь семестр и предусматривать регулярное повторение пройденного учебного материала.

Для более углубленного изучения рекомендуется использовать издания, указанные в списке дополнительной литературы.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль, онлайн тестирования);
- промежуточная аттестация (экзамен).

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение студентом всех предусмотренных форм текущего контроля.

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков, предусмотренных при изучении дисциплины, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Хорошо	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основных способов ОМД, теории процессов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.
Удовлетвори-тельно	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основных способов ОМД, теории процессов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетво-рительно	Не выполнены обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины, ИЛИ Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков, предусмотренных при изучении дисциплины, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

В процессе обучения используются оценочные средства рубежного контроля успеваемости и промежуточных аттестаций и следующие виды самостоятельной работы:

- чтение рекомендуемой литературы при подготовке к лекционным, практическим и самостоятельным (контрольным) заданиям;
- бланковое и компьютерное тестирование;
- рефераты, доклады на СНК.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам лучше осуществлять на весь семестр и предусматривать регулярное повторение пройденного учебного материала.

Для более углубленного изучения рекомендуется использовать издания, указанные в списке дополнительной литературы.

Для расширения знаний следует использовать также сведения, полученные из Интернет-источников на соответствующих сайтах, а также проводить поиск в различных системах, таких как Yandex, Rambler, и пользоваться специализированными сайтами, такими как www.anticor.ru, http://www.naukaran.ru, http://www.maik.ru и другими, рекомендованными преподавателем на лекционных занятиях.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**
ПК-1	Способностью выбирать методы планирования, подготовки и проведения исследований, наблюдений, испытаний, измерений и применять их на практике, анализировать, обрабатывать и представлять результаты
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации

1. Хрупкое разрушение металлических материалов
2. Вязкое разрушение металлических материалов.
3. Хладноломкость стали.
4. Определение порога хладноломкости стали.
5. Методы определения сопротивления разрыву.
6. Чувствительность стали к концентраторам напряжений.
7. Влияние размеров на сопротивление стальных деталей хрупкому разрушению.
8. Влияние скорости приложения нагрузки на склонность стали к хрупкому разрушению.
9. Влияние размера зерна железа на сопротивление хрупкому отрыву.
10. Образование двойников при хрупком разрушении.
11. Влияние исходной структуры на процесс разрушения стали.

12. Влияние термической обработки на процесс разрушения.
13. Отпускная хрупкость стали.
14. Хрупкость стали после отжига.
15. Влияние легирования на склонность стали к хрупкому разрушению.
16. Роль внутренних напряжений первого рода.
17. Влияние пластической деформации
18. Водородная хрупкость стали.
19. Разрушение стальных деталей под влиянием расплавленных металлических покрытий.
20. Хрупкие разрушения при коррозии под напряжением.
21. Замедленное разрушение стали.
22. Образование трещин при закалке стали.
23. Флокены в стали.
24. Фрактографический анализ.
25. Усталостное разрушение металлических изделий.
26. Методика проведения металлографического исследования.
27. Излом при статических нагрузках.
28. Излом при динамических нагрузках.