



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИСАиИ
О.С. Логунова

02.02.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МЕХАНИКА РАЗРУШЕНИЯ

Направление подготовки (специальность)
08.04.01 Строительство

Направленность (профиль/специализация) программы
Безопасность строительных объектов промышленного и гражданского назначения

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт строительства, архитектуры и искусства
Кафедра	Проектирования и строительства зданий
Курс	2
Семестр	3

Магнитогорск
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 08.04.01 Строительство (приказ Минобрнауки России от 31.05.2017 г. № 482)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Проектирования и строительства зданий

26.01.2023 г., протокол № 7

Зав. кафедрой  М.Ю. Наркевич

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИСАиИ

02.02.2023 г., протокол № 4

Председатель  О.С. Логунова

Согласовано:

Зав. кафедрой Урбанистики и инженерных систем

 М.М. Суровцов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ПисЗ, канд. техн. наук

 О.В. Емельянов

Рецензент:

Директор НПО "Надежность",

канд. техн. наук

 И.В. Матвеев

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Проектирования и строительства зданий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Ю. Наркевич

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Проектирования и строительства зданий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Ю. Наркевич

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Механика разрушения» является формирование у студентов:

- знаний и умений, направленных на решение инженерных задач, связанных с расчётом конструкций на прочность при наличии в них трещин;
- навыков, необходимых для изучения современных фундаментальных и прикладных проблем дисциплины, методов решений задач, а так же изучение экспериментальных исследований статике трещин, усталостного разрушения.
- оценки срока службы строительных конструкции в процессе эксплуатации при наличии в них трещин.

Задачами дисциплины являются формированию у студентов:

- понятий о принципах и основных подходах к решению задач трещиностойкости, срока службы, надежности и безопасности конструкций и их элементов;
- навыков разработки расчётных моделей разрушения деформируемого твердого тела;
- понимания механизмов зарождения и роста магистральных трещин в конструкциях при статическом и циклическом нагружении;
- теоретических основ и знаний практических возможностей современных методов и аппаратуры для оценки дефектности, геометрических параметров трещин, регистрации процессов накопления повреждения и разрушения материала и конструкции;
- знаний теоретических основ методических подходов программных средств, используемых для решения инженерных задач, связанных с расчетом конструкций на трещиностойкость и живучесть;

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Механика разрушения входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Обследование, испытание и оценка технического состояния строительных конструкций, зданий и сооружений

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Механика разрушения» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-3	Способен к проведению обследования и освидетельствования зданий и сооружений
ПК-3.1	Проводит обследование и освидетельствование зданий и сооружений
ПК-3.2	Выполняет оценку остаточного ресурса и возможность продления сроков безопасной эксплуатации зданий и сооружений

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 45,2 акад. часов;
- аудиторная – 44 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,2 акад. часов;
- самостоятельная работа – 98,8 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Основные задачи и положения								
1.1 Предмет механики разрушения. Возникновение механики разрушения: причины и истоки. Катастрофические разрушения 40-50 годов. Трещина в конструкции. Распространение трещины	3	2			5	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины	Устный опрос	ПК-3.2

1.2 Напряжения при вершине трещины.		2			5	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Устный опрос	ПК-3.2
Итого по разделу		4			10			
2. Условия роста трещины								
2.1 Энергетический критерий Гриффитса. Интенсивность выделения энергии.		2			6	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями)	Устный опрос	ПК-3.2
2.2 Сопротивление росту трещины (R - кривая).	3	2			6	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями)	Устный опрос	ПК-3.2
2.3 J – интеграл		2			6	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями)	Устный опрос	ПК-3.2
Итого по разделу		6			18			
3. Распространение усталостной трещины								

<p>3.1 Диаграмма усталостного разрушения тела с трещиной. Механизмы зарождения и распространения усталостных трещин.</p>		2	4	12,8	<p>Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).</p> <p>Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины</p>	<p>Устный опрос Проверка практической работы</p>	ПК-3.2
<p>3.2 Влияние асимметрии цикла нагружения на рост усталостных трещин. Зависимости роста усталостных трещин при регулярном нагружении.</p>	3	2		10	<p>Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).</p>	Устный опрос	ПК-3.2
<p>3.3 Модели роста усталостных трещин.</p>	3	2		10	<p>Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).</p>	Устный опрос	ПК-3.2
<p>3.4 Влияние перегрузки и разгрузки на скорость роста усталостных трещин. Расчет процесса распространения трещины</p>	3	2	18	10	<p>Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).</p> <p>Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины</p>	<p>Устный опрос Проверка практической работы</p>	ПК-3.2

Итого по разделу	8		22	42,8				
4. Определение коэффициентов интенсивности								
4.1 Метод конечных элементов Аналитические и численные методы. - Метод конечных элементов	3				14	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).	Устный опрос	ПК-3.2
4.2 Экспериментальные методы.					14	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).	Устный опрос	ПК-3.2
Итого по разделу	4			28				
Итого за семестр	22		22	98,8		зао		
Итого по дисциплине	22		22	98,8		зачет с оценкой		

5 Образовательные технологии

Реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

При обучении магистрантов дисциплине «Механика разрушения» используются следующие образовательные технологии:

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к магистранту.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий: информационная лекция и практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности магистрантов.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения: проблемная лекция, практическое занятие в форме практикума.

3. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата.

Применяемые формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий: лекция «обратной связи» – лекция-беседа, лекция-дискуссия.

4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий: лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Степанова, Л. В. Цифровая фотоупругость и ее применение для задач механики разрушения : учебное пособие / Л. В. Степанова. — Самара : Самарский университет, 2021. — 68 с. — ISBN 978-5-7883-1602-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/256955> (дата обращения: 14.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Леденев, В. В. Теоретические основы механики деформирования и разрушения : монография / В. В. Леденев, В. Г. Однолько, З. Х. Нгуен. — Тамбов : ТГТУ, 2020. — 315 с. — ISBN 978-5-8265-2208-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/320159> (дата обращения: 14.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Смирнов, А. Н. Основы физики и механики разрушения : учебное пособие / А. Н. Смирнов, Н. В. Абабков. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2014. — 163 с. — ISBN 978-5-89070-1028-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115160> (дата обращения: 14.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Гуляев, В. П. Специальный раздел механики. Деформации и разрушение стальных изделий : учебное пособие / В. П. Гуляев. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 232 с. — ISBN 978-5-8114-2672-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/95138> (дата обращения: 14.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Сопротивление материалов : учебник / Б. Е. Мельников, Л. К. Паршин, А. С. Семенов, В. А. Шерстнев. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 576 с. — ISBN 978-5-8114-4740-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/131018> (дата обращения: 14.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно	бессрочно
Лица САПР	Д-780-14 от 25.06.2014	бессрочно
МОНОМАХ САПР 2014	Д-780-14 от 25.06.2014	бессрочно
STARK ES УВ в.2014	Д-894-14 от 14.07.2014	бессрочно
Браузер Yandex	свободно	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной	URL: http://www1.fips.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru
Университетская информационная система РОССИЯ	https://uisrussia.msu.ru
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа. Оборудование: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации 5-405

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оборудование: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации. Комплекс заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей 5-307

Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Оборудование: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета 5-501

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Оборудование: шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий 5-110

Приложение 1

«Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся»

Самостоятельная работа включает в себя изучение поиск дополнительной информации по изучаемым темам (работа с библиографическими материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями), подготовку к лекционным и практическим занятиям. Для лучшей организации времени при изучении дисциплины «Механика разрушения» студенту рекомендуется заниматься самостоятельной работой после каждого лекционного и практического занятия в течение всего семестра.

Аудиторная самостоятельная работа магистрантов предполагает решение практических задач на практических занятиях.

Примерные аудиторные практические работы (АПР):

АПР №1 Распространение трещины В алюминиевой панели шириной $b = 2$ м и толщиной $h = 100$ мм обнаружена плоская сквозная трещина в сварном шве. Панель нагружена усилием $F = 1400$ тс, трещина длиной $l = 20$ мм расположена перпендикулярно направлению растяжения в центральной части панели. Материал – алюминиевый сплав 5083 вязкостью разрушения $25 \text{ МПа м}^{1/2}$. Безопасна ли эксплуатация такой панели?

АПР №2 1 Распространение трещины Поперечная трещина длиной $l = 30$ мм обнаружена в нижней полке стальной крановой балки, ширина которой $b = 254$ мм. Балка эксплуатируется при максимальном растягивающем напряжении $\sigma = 172$ МПа. Является ли эксплуатация безопасной, если вязкость разрушения стали $K_{Ic} = 165 \text{ МПа м}^{1/2}$?

АПР №3 Распространение трещины В упругом теле имеется единственный концентратор в виде локального угловой трещины. ЭВМ может рассчитать все поле напряжений при заданной нагрузке на тело. Как определить будет ли развиваться разрушение от угла (пойдет трещина) или нет ?

АПР №4 Распространение трещины Две трещины длин $l_1 > l_2$ расположены параллельно в упругой пластине. Приложены:

- растягивающие (растущие во времени) напряжения на удалении от трещин;
- одинаковые (растущие) силы к центру трещин.

Какая из двух трещин стонется первой? Обосновать.

АПР №5 Распространение трещины В алюминиевой панели шириной 30 м и толщиной $h = 15$ мм обнаружена плоская сквозная трещина длиной $l = 50$ мм, расположенная перпендикулярно направлению растяжения в центральной части панели. Материал – алюминиевый сплав с вязкостью разрушения $K_{Ic} = 30 \text{ МПа м}^{1/2}$, предел текучести 300 МПа.

- Разрушится ли панель, если к ней приложить растягивающее усилие 70 МПа?

б). При каком усилии произойдет разрушение ?

АПР №6 Распространение трещины Тонкостенный цилиндрический сосуд, заполнен газом под давлением p . Пусть длина его цилиндрической части L , радиус цилиндра и доньев R , толщина стенок сосуда h . В сосуде имеется трещина длины l и R , расположенная под углом β к круговому направлению. Найти коэффициент интенсивности напряжений K_I в вершинах трещины.

АПР №7 Расчет процесса распространения трещины Обследование методами неразрушающего контроля позволило обнаружить в анкерном стержне экструзионного пресса поверхностную трещину глубиной $l = 4,5$ мм. Диаметр стального стержня 300 мм, на четыре таких стержня поровну и распределяется усилие 1850 тонны, развиваемое при каждом нагружении. Будем считать, что в месяц число нагружений равно приблизительно 9600, критическая глубина трещины составляет примерно 60 мм. Определить остаточный срок службы стержня.

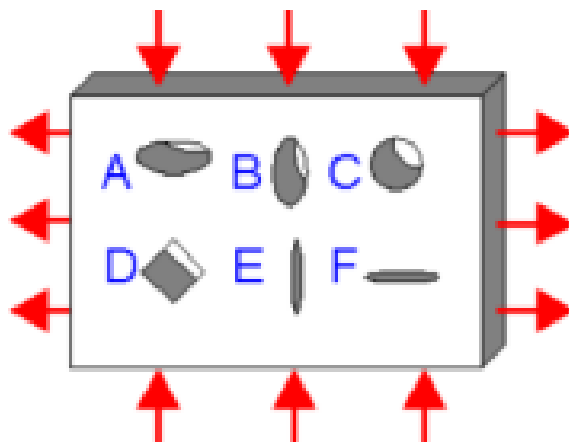
АПР №8 Расчет процесса распространения трещины В результате проведенного дефектоскопического контроля барабана котла был обнаружен трещиноподобный дефект, имеющий форму полуэллиптической трещины с начальными размерами: глубина $a_o = 0,0015$ м, длина $2c_o = 0,008$ м. Дефект располагается в днище котла с наименьшей толщиной стенки $S = 0,0082$ м, в месте наибольших растягивающих напряжений. Барабан имел кратковременный перегрев в зоне расположения дефекта. Согласно статическому расчету и анализу диаграмм нагружения установлено: котел нагружается импульсной нагрузкой с отнулевым циклом, с номинальными растягивающими напряжениями в опасной зоне $\sigma_H = 104$ МПа. Число нагружений за 16 лет эксплуатации округленно равно $N = 1000$ циклов. Требуется определить прочность и остаточный срок службы котла при циклическом нагружении и наличии растущей трещины.

АПР №9 Расчет процесса распространения трещины Полоса шириной $b = 1$ м с краевой трещиной подвергнута циклическому растяжению. Материал полосы – сталь ($\sigma_T = 600$ Н/мм², $K_{Ic} = 5000$ Н мм^{1/2}). Начальная длина трещины $l_o = 7$ мм, параметры цикла нагружения $\sigma_{max} = 300$ Н/мм², $\sigma_{min} = 150$ Н/мм². Предположим, что обработка результатов усталостных испытаний образцов из данной стали описывается законом Париса:

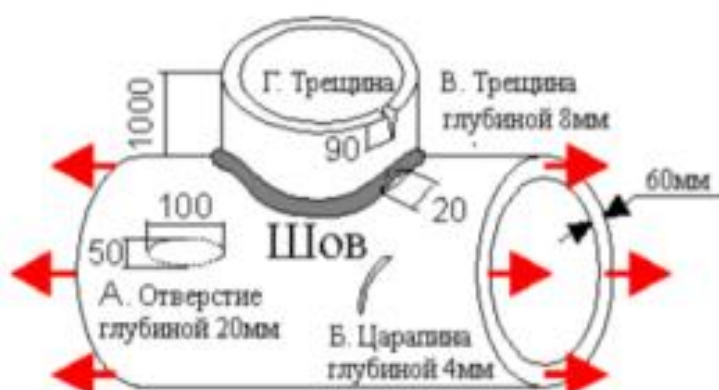
$$Dl/dN = 3 \times 10^{-13} (\Delta K)^3 \text{ мм/цикл}$$

Найти количество циклов до разрушения полосы

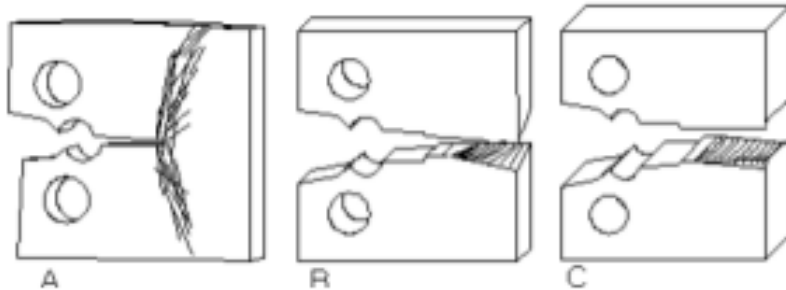
АПР №10 Каждый дефект имеет одинаковый максимальный размер. Какой дефект самый опасный?



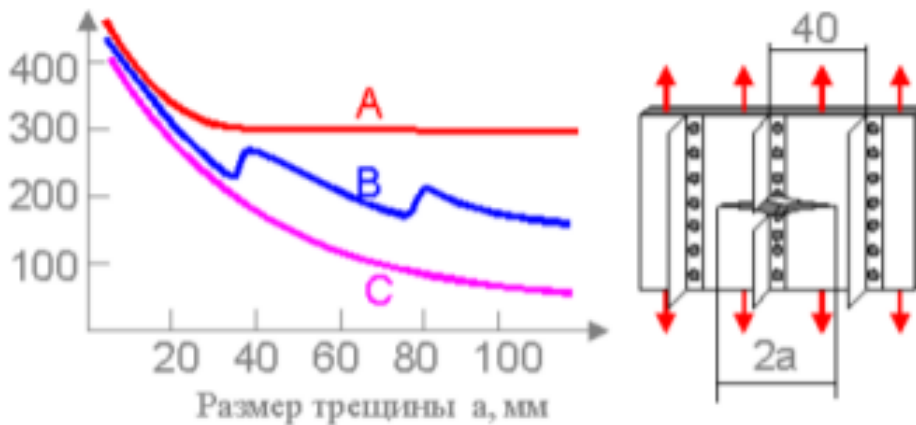
АПР №11 Элемент нефтяной платформы имеет 4 обнаруженных дефекта. Какой дефект самый опасный?



АПР №12 На рисунке изображены три образца из углеродистой стали после испытаний. Какой образец имеет самую высокую трещиностойкость КС?



АПР №13 Усталостная трещина разрушает стрингер и растет дальше. Какая кривая точно отражает зависимость критического напряжения от размера трещины?



АПР №13 Для какого типа укладки слоев трещиностойкость выше?



Приложение 2

«Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации»

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикаторы достижения компетенций	Оценочные средства
ПК-3 – Способен к проведению обследования и освидетельствования зданий и сооружений		
ПК-3.2	Выполняет оценку остаточного ресурса и возможность продления сроков безопасной эксплуатации зданий и сооружений	<p>Теоретические вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Причины появления трещин. Удельная поверхностная энергия разрушения. 2. Три типа трещин. Коэффициенты интенсивности напряжений. 3. Механизм роста трещины и разрушения. Разрушение сколом. 4. Механизм роста трещины и разрушения. Вязкое разрушение. 5. Механизм роста трещины и разрушения. Усталостное разрушение. 6. Напряженное состояние в окрестности конца разреза. 7. Понятие критерия разрушения. Силовой критерий Дж. Ирвина. 8. Концентрация напряжений. Математическая модель трещины. 9. Поля напряжений и смещений в окрестности края трещины в упругом теле. Коэффициент интенсивности напряжений. 10. Энергетический критерий Гриффитса в механике трещин. Поправка Ирвина на пластичность. 11. Учет пластических деформаций перед вершиной трещины. Плоское напряженное состояние и плоская деформация. 12. Аналитические методы определения коэффициента интенсивности напряжений у вершины трещины. 13. Численные методы определения коэффициента интенсивности напряжений у вершины трещины. 14. Экспериментальные методы определения коэффициента интенсивности напряжений у вершины трещины. 15. Понятие прочности тела, конструкции. Какие факторы влияют на прочность ? 16. Эмпирические законы для скорости распространения усталостной трещины. Закон Париса. 17. Усталостное разрушение тел с трещинами. Влияние различных механических факторов на скорость роста трещины. 18. Усталостное разрушение тел с трещинами. Диаграмма усталостного разрушения тела с трещиной. 19. Усталостное разрушение тел с трещинами. Эмпирические зависимости роста усталостных трещин. 20. Подходы к прогнозированию срока службы строительных конструкций на стадии роста усталостных трещин при эксплуатационном нагружении.

Код индикатора	Индикаторы достижения компетенций	Оценочные средства																																								
		21. Выбор материалов 22. Основные принципы торможения роста трещин 23. Информация необходимая для применения механики разрушения 24. Надежность и допустимость повреждений. Средства обеспечения надежности. 25. Распространение трещины при циклических нагрузках 26. Влияние коэффициента асимметрии цикла нагружения на параметры циклической трещиностойкости. 27. Модель Элбера. 28. Модель Уилленборга. 29. Образование сквозных трещин на отверстиях. 30. Вязкость разрушения сварных швов. 31. Распространение трещин при циклических нагрузках 32. Анализ разрушений в условиях эксплуатации 33. Емкости высокого давления и трубопроводы. Критерий «утечки от разрушения» 34. Предельные размеры усталостной трещины.																																								
ПК-3.2	Выполняют оценку остаточного ресурса и возможность продления сроков безопасной эксплуатации зданий и сооружений	<p>Примерные практические задания: Деталь конструкции работает при рабочем напряжении $S = \dots$ МПа (табл. 1):</p> <p>а) определите надежность работы конструкции, если в этой детали, изготовленной из материала с вязкостью разрушения $K_{Ic} = \dots$ МПа $m^{1/2}$, имеется трещина длиной $2c = \dots$ мм;</p> <p>б) дайте сравнительную характеристику энергетических и силовых параметров вязкости разрушения;</p> <p>в) опишите методику определения вязкости разрушения при плоской деформации.</p> <p>Таблица 1</p> <table border="1" data-bbox="411 1585 1370 2069"> <thead> <tr> <th>№ варианта</th> <th>S, МПа</th> <th>K_{Ic}, МПа $m^{1/2}$</th> <th>2c, мм</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>190</td> <td>20</td> <td>6,0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>375</td> <td>40</td> <td>10,0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>400</td> <td>60</td> <td>5,0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>625</td> <td>80</td> <td>6,5</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1150</td> <td>100</td> <td>3,0</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>225</td> <td>25</td> <td>4,0</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>500</td> <td>50</td> <td>3,5</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>975</td> <td>75</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>250</td> <td>15</td> <td>1,0</td> </tr> </tbody> </table>	№ варианта	S, МПа	K_{Ic} , МПа $m^{1/2}$	2c, мм	1	190	20	6,0	2	375	40	10,0	3	400	60	5,0	4	625	80	6,5	5	1150	100	3,0	6	225	25	4,0	7	500	50	3,5	8	975	75	1,5	9	250	15	1,0
№ варианта	S, МПа	K_{Ic} , МПа $m^{1/2}$	2c, мм																																							
1	190	20	6,0																																							
2	375	40	10,0																																							
3	400	60	5,0																																							
4	625	80	6,5																																							
5	1150	100	3,0																																							
6	225	25	4,0																																							
7	500	50	3,5																																							
8	975	75	1,5																																							
9	250	15	1,0																																							

Код индикатора	Индикаторы достижения компетенций	Оценочные средства																																																																																					
		10	425	35	3,8																																																																																		
ПК-3.2	Выполняет оценку остаточного ресурса и возможность продления сроков безопасной эксплуатации зданий и сооружений	<p>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания:</p> <p>2. Методом наименьших квадратов определить параметры C и n уравнения Пэриса $dl/dn=C(\Delta K)^n$ по результатам наблюдений за ростом усталостной трещины при испытании внецентренно растянутого образца. Коэффициент интенсивности напряжения $K=P/(t \times W^{0,5}) \times (29,6 \times (l/W)^{0,5} - 185,5 \times (l/W)^{1,5} + 655,7 \times (l/W)^{2,5} - 1017 \times (l/W)^{3,5} + 638,9 \times (l/W)^{4,5})$. $W=79,6$ мм, $t=12$ мм. $P_{max}=1700$ кг, $P_{min}=100$ кг.</p> <p>Результаты наблюдений за ростом трещины:</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>l, мм</td> <td>27.475</td> <td>27.8625</td> <td>28.4125</td> <td>28.95</td> <td>29.375</td> <td>29.9</td> <td>30.35</td> </tr> <tr> <td>N, цикл</td> <td>10500</td> <td>16000</td> <td>21800</td> <td>28000</td> <td>31900</td> <td>36200</td> <td>40400</td> </tr> <tr> <td>l, мм</td> <td>30.85</td> <td>31.375</td> <td>31.725</td> <td>32.075</td> <td>32.45</td> <td>32.9</td> <td>33.425</td> </tr> <tr> <td>N, цикл</td> <td>43500</td> <td>46800</td> <td>49700</td> <td>51900</td> <td>54000</td> <td>56000</td> <td>58600</td> </tr> <tr> <td>l, мм</td> <td>33.9875</td> <td>34.5</td> <td>34.95</td> <td>35.4</td> <td>35.875</td> <td>36.4</td> <td>36.925</td> </tr> <tr> <td>N, цикл</td> <td>61100</td> <td>63500</td> <td>65900</td> <td>67500</td> <td>69200</td> <td>70700</td> <td>72300</td> </tr> <tr> <td>l, мм</td> <td>37.4</td> <td>37.875</td> <td>38.375</td> <td>38.825</td> <td>39.3</td> <td>39.85</td> <td>40.35</td> </tr> <tr> <td>N, цикл</td> <td>73700</td> <td>75000</td> <td>76000</td> <td>77300</td> <td>78300</td> <td>79600</td> <td>80400</td> </tr> <tr> <td>l, мм</td> <td>40.85</td> <td>41.375</td> <td>41.875</td> <td>42.425</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>N, цикл</td> <td>81200</td> <td>82000</td> <td>82500</td> <td>83100</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						l , мм	27.475	27.8625	28.4125	28.95	29.375	29.9	30.35	N , цикл	10500	16000	21800	28000	31900	36200	40400	l , мм	30.85	31.375	31.725	32.075	32.45	32.9	33.425	N , цикл	43500	46800	49700	51900	54000	56000	58600	l , мм	33.9875	34.5	34.95	35.4	35.875	36.4	36.925	N , цикл	61100	63500	65900	67500	69200	70700	72300	l , мм	37.4	37.875	38.375	38.825	39.3	39.85	40.35	N , цикл	73700	75000	76000	77300	78300	79600	80400	l , мм	40.85	41.375	41.875	42.425				N , цикл	81200	82000	82500	83100			
l , мм	27.475	27.8625	28.4125	28.95	29.375	29.9	30.35																																																																																
N , цикл	10500	16000	21800	28000	31900	36200	40400																																																																																
l , мм	30.85	31.375	31.725	32.075	32.45	32.9	33.425																																																																																
N , цикл	43500	46800	49700	51900	54000	56000	58600																																																																																
l , мм	33.9875	34.5	34.95	35.4	35.875	36.4	36.925																																																																																
N , цикл	61100	63500	65900	67500	69200	70700	72300																																																																																
l , мм	37.4	37.875	38.375	38.825	39.3	39.85	40.35																																																																																
N , цикл	73700	75000	76000	77300	78300	79600	80400																																																																																
l , мм	40.85	41.375	41.875	42.425																																																																																			
N , цикл	81200	82000	82500	83100																																																																																			

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Механика разрушения» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой.

Показатели и критерии оценивания зачета:

Результаты ответов обучающихся на зачете оцениваются:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.