



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  
08.04.01 Строительство

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

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
заочная

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

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

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 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 – 12,7 акад. часов;
- аудиторная – 12 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,7 акад. часов;
- самостоятельная работа – 127,4 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Курс	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	2				10	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.					10	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		2			20			
2. Условия роста трещины								
2.1 Энергетический критерий Гриффитса. Интенсивность выделения энергии.					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).	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					6	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями )	Устный опрос	ПК-3.2
Итого по разделу					18			
3. Распространение усталостной трещины								

<p>3.1 Диаграмма усталостного разрушения тела с трещиной. Механизмы зарождения и распространения усталостных трещин.</p>			2	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>	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>	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>	2		6	28,6	<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	2		8	61,4			
4. Определение коэффициентов интенсивности							
4.1 Метод конечных элементов Аналитические и численные методы. - Метод конечных элементов	2			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				28			
Итого за семестр	4		8	127,4		зао	
Итого по дисциплине	4		8	127,4		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.

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
Лири 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
Информационная система - Единое окно доступа к информационным	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>

Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
--	---

## 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 аудиторские 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  $25$  МПа м<sup>1/2</sup>. 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  $K_{Ic} = 165$  МПа м<sup>1/2</sup>?

**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 стронется 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?
- 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  $\beta$  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  $l = 4,5 \text{ мм}$ . 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.

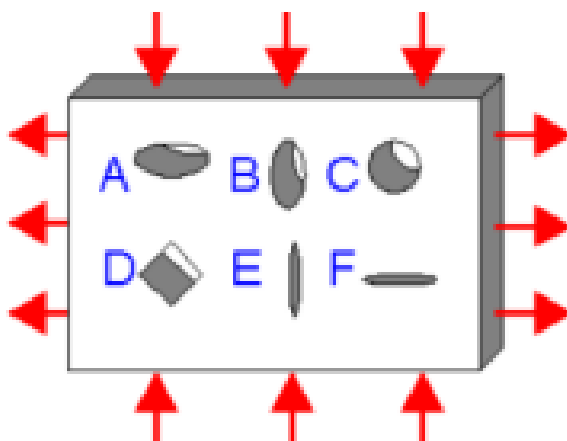
**АПР №8 Расчет процесса распространения трещины** В результате проведенного дефектоскопического контроля барабана котла был обнаружен трещиноподобный дефект, имеющий форму полуэллиптической трещины с начальными размерами: глубина  $a_o = 0,0015 \text{ м}$ , длина  $2c_o = 0,008 \text{ м}$ . Дефект располагается в днище котла с наименьшей толщиной стенки  $S = 0,0082 \text{ м}$ , 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  $\sigma_H = 104 \text{ МПа}$ . 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  $b = 1 \text{ м}$  с краевой трещиной подвергнута циклическому растяжению. Материал полосы – сталь ( $\sigma_T = 600 \text{ Н/мм}^2$ ,  $K_{Ic} = 5000 \text{ Н мм}^{1/2}$ ). Начальная длина трещины  $l_o = 7 \text{ мм}$ , параметры цикла нагружения  $\sigma_{max} = 300 \text{ Н/мм}^2$ ,  $\sigma_{min} = 150 \text{ Н/мм}^2$ . 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

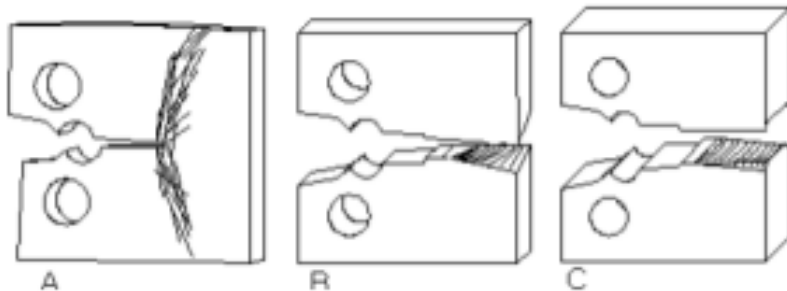
**АПР №10** Каждый дефект имеет одинаковый максимальный размер. Какой дефект самый опасный?



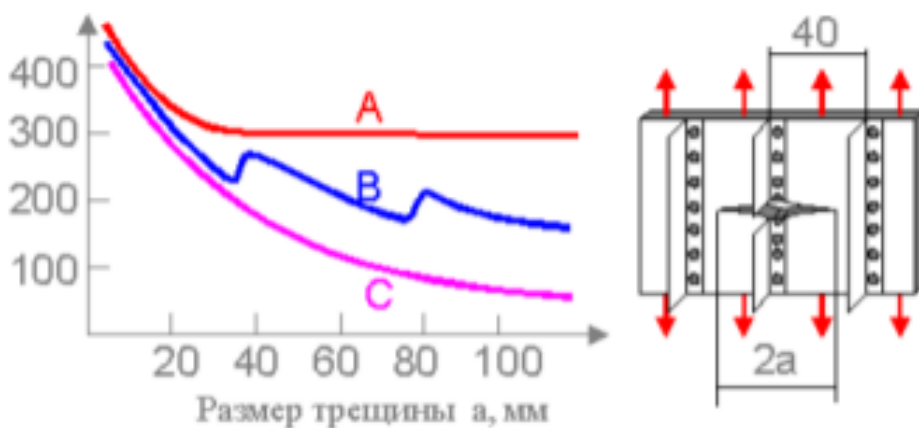
**АПР №11** Элемент нефтяной платформы имеет 4 обнаруженных дефекта. Какой дефект самый опасный?



**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?



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

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

Код индикатора	Индикаторы достижения компетенций	Оценочные средства																												
		<p>20. Подходы к прогнозированию срока службы строительных конструкций на стадии роста усталостных трещин при эксплуатационном нагружении.</p> <p>21. Выбор материалов</p> <p>22. Основные принципы торможения роста трещин</p> <p>23. Информация необходимая для применения механики разрушения</p> <p>24. Надежность и допустимость повреждений. Средства обеспечения надежности.</p> <p>25. Распространение трещины при циклических нагрузках</p> <p>26. Влияние коэффициента асимметрии цикла нагружения на параметры циклической трещиностойкости.</p> <p>27. Модель Элбера.</p> <p>28. Модель Уилленборга.</p> <p>29. Образование сквозных трещин на отверстиях.</p> <p>30. Вязкость разрушения сварных швов.</p> <p>31. Распространение трещин при циклических нагрузках</p> <p>32. Анализ разрушений в условиях эксплуатации</p> <p>33. Емкости высокого давления и трубопроводы. Критерий «утечки от разрушения»</p> <p>34. Предельные размеры усталостной трещины.</p>																												
ПК-3.2	Выполняют оценку остаточного ресурса и возможность продления сроков безопасной эксплуатации зданий и сооружений	<p><b>Примерные практические задания:</b></p> <p>Деталь конструкции работает при рабочем напряжении <math>S = \dots</math> МПа (табл. 1):</p> <p>а) определите надежность работы конструкции, если в этой детали, изготовленной из материала с вязкостью разрушения <math>K_{Ic} = \dots</math> МПа <math>m^{1/2}</math>, имеется трещина длиной <math>2c = \dots</math> 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 1709 1362 2051"> <thead> <tr> <th>№ варианта</th> <th>S, МПа</th> <th><math>K_{Ic}</math>, МПа <math>m^{1/2}</math></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> </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
№ 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																											

Код индикатора	Индикаторы достижения компетенций	Оценочные средства							
		7	500	50	3,5				
		8	975	75	1,5				
		9	250	15	1,0				
		10	425	35	3,8				
ПК-3.2	Выполняют оценку остаточного ресурса и возможность продления сроков безопасной эксплуатации зданий и сооружений	<b>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания:</b>							
		2. Методом наименьших квадратов определить параметры С 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.							
		Результаты наблюдений за ростом трещины:							
		<i>l</i> , мм	27.475	27.8625	28.4125	28.95	29.375	29.9	30.35
		<i>N</i> , цикл	10500	16000	21800	28000	31900	36200	40400
		<i>l</i> , мм	30.85	31.375	31.725	32.075	32.45	32.9	33.425
		<i>N</i> , цикл	43500	46800	49700	51900	54000	56000	58600
		<i>l</i> , мм	33.9875	34.5	34.95	35.4	35.875	36.4	36.925
		<i>N</i> , цикл	61100	63500	65900	67500	69200	70700	72300
		<i>l</i> , мм	37.4	37.875	38.375	38.825	39.3	39.85	40.35
<i>N</i> , цикл	73700	75000	76000	77300	78300	79600	80400		
<i>l</i> , мм	40.85	41.375	41.875	42.425					
<i>N</i> , цикл	81200	82000	82500	83100					



Код индикат ора	Индикато ры достижен ия компетен ций	Оценочные средства

**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.