

УТВЕРЖДАЮ
Ректор ФГБОУ ВПО КрасГАУ
Н.В. Цугленок
“ 29 ” _____ 2012 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Механика разрушения твердых тел

для подготовки аспирантов по специальности

05.02.02 Машиноведение, системы приводов и детали машин
(шифр и наименование научной специальности)

Год обучения 2

Форма обучения очная, заочная

Красноярск, 2012

Составители: Меновщиков В. А. доктор техн. наук, профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

подпись



«29» марта 2012 г.

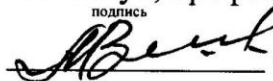
Программа разработана в соответствии с федеральными государственными требованиями к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура), утвержденными приказом Минобрнауки России от 16 марта 2011 г. N 1365; паспортом номенклатуры специальностей научных работников 05.02.02 - Машиноведение, системы приводов и детали машин, программы-минимум кандидатского экзамена по специальности 05.02.02 - Машиноведение, системы приводов и детали машин

Программа обсуждена на заседании кафедры «Детали машин и технология металлов» протокол № 7 « 7 марта » 2012 г.

Зав. кафедрой Меновщиков В. А. доктор техн. наук, профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

подпись



«29» марта 2012 г.

Лист согласования рабочей программы

Программа принята советом института
подготовки кадров высшей квалификации

_____ протокол № 4 «29» 05 2012 г.

Председатель



(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«29» 05 2012 г.

Оглавление

АННОТАЦИЯ	5
1. ТРЕБОВАНИЯ К ДИСЦИПЛИНЕ	6
2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ.	6
3. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
4.1. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
4.2. ТРУДОЁМКОСТЬ МОДУЛЕЙ И МОДУЛЬНЫХ ЕДИНИЦ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4.3. СОДЕРЖАНИЕ МОДУЛЕЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
4.4. ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ	12
4.5. САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ	13
4.5.1. <i>Перечень вопросов для самостоятельного изучения</i>	13
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	14
6.1. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	14
6.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	14
7. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И ЗАЯВЛЕННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ	14
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	14
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	15
ПРОТОКОЛ ИЗМЕНЕНИЙ РПД	16

Аннотация

Дисциплина «Механика разрушения твердых тел» является частью цикла «Специальные дисциплины отрасли науки и научной специальности» подготовки аспирантов по специальности 05.02.02 – машиноведение, системы приводов и деталей машин. Дисциплина реализуется в институте управления инженерными системами кафедрой (кафедрами) «Детали машин и технология металлов».

Дисциплина нацелена на формирование основных понятий, концепций и методах механики разрушения.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с применением математических методов механики разрушения при решении конкретных задач; проводить анализ работоспособности элементов конструкций с трещинами.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа аспиранта, консультации. Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме зачета и промежуточный контроль в форме зачета

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (6), практические (12 часов), лабораторные (2 часа) занятий и самостоятельная работа аспиранта (52 часа).

1. Требования к дисциплине

Дисциплина «Механика разрушения твердых тел» включена в ООП, в цикл дисциплин по выбору.

Изучение дисциплины «Механика разрушения твердых тел» базируется на дисциплинах теоретической подготовки – теоретическая механика, теория механизмов и машин, сопротивление материалов и теории упругости, физика деформируемого твердого тела.

2. Цели и задачи дисциплины.

Цель дисциплины – Изучение фундаментальных понятий, концепций и методов механики разрушения.

Задачи дисциплины:

- ознакомить аспирантов с основными явлениями процесса разрушения, принципами и подходами при математическом моделировании этого процесса;
- ввести и объяснить аспирантам основные гипотезы линейной и нелинейной механики разрушения;
- научить аспирантов основным методам и приемам решения задач механики разрушения;
- ознакомить аспирантов с основными методами экспериментального исследования процесса разрушения.

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- основные результаты математической теории механики разрушения;
- основные методы исследования задач механики разрушения;
- основные результаты решений краевых задач механики разрушения.

Уметь:

- применять математические методы механики разрушения при решении конкретных задач;
- проводить анализ работоспособности элементов конструкций с трещинами.

Владеть:

- методами решения задач механики разрушения формулировать и создавать математические модели и их решения;
- знаниями об основных понятиях, концепциях и методах механики разрушения.

3. Организационно-методические данные дисциплины

Таблица 1

Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по годам

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	зач. ед.	час.	по годам	
			№ 2	№
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	2	72	72	
Аудиторные занятия	0,56	20	20	
Лекции (Л)		6	6	
Практические занятия (ПЗ)		12	12	
Семинары (С)				
Лабораторные работы (ЛР)		2	2	
Самостоятельная работа (СРС)	1,44	52	52	
в том числе:				
консультации		4	4	
реферат		29	29	
самоподготовка к текущему контролю знаний		10	10	
др. виды				
Вид контроля:				
зачет	0,25	9	9	

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Структура дисциплины

Таблица 2

Тематический план

№	Раздел дисциплины	Всего часов	В том числе			Формы контроля
			лекции	практические или семинарские занятия	лабораторные занятия	
1	Основные понятия механики разрушения	4	1,0	2		Тестовый опрос
2	Линейная механика разрушения	5,5	1,5	4	1	Тестовый опрос
3	Механика упруго-пластического разрушения	5	2,0	4		Тестовый опрос
4	Механика усталостного разрушения	5,5	1,5	2	1	Тестовый опрос
	ИТОГО	20	6	12	2	ЗАЧЕТ

4.2. Трудоемкость модулей и модульных единиц дисциплины

Таблица 3

Трудоемкость модулей и модульных единиц дисциплины

Наименование модулей и модульных единиц дисциплины	Всего часов на модуль	Аудиторная работа		Внеаудиторная работа (СРС)
		Л	ЛПЗ	
Модуль 1 Основные понятия механики разрушения	15	1.0	2	12
Модульная единица 1 Предмет механики разрушения. Возникновение механики разрушения: причины и истоки.	7,5	0,5	1	6
Модульная единица 2. Теоретическая и реальная прочность твердых тел. Первая модель тела с трещиной (трещина Гриффитса). Катастрофические разрушения 40-50 годов	7,5	0,5	1	6
Модуль 2 Линейная механика разрушения	21,5	1,5	5	16
Модульная единица 1 Напряженное состояние у вершины трещины. Принцип «микроскопа». Полубесконечная трещина. Метод комплексных потенциалов. Три типа трещин. Коэффициенты интенсивности напряжений.	5,5	0,5	1	4
Модульная единица 2 Методы расчетов коэффициентов интенсивности напряжений в упругих телах при различных условиях нагружения. Принцип суперпозиции решений. Коэффициент интенсивности напряжений в ДКБ-образце. Задача И.В. Обреимова.	5,5	0,5	1	4
Модульная единица 3 Динамические задачи механики хрупкого разрушения. Локальное стационарное поле. Установившиеся колебания у вершины неподвижной трещины. Ударные нагрузки.	5,75	0,25	1,5	4
Модульная единица 4 Силовой критерий локального разрушения. Вязкость разрушения (трещиностойкость) материала. Поток энергии в вершину трещины. Энергетический критерий локального разрушения. Эквивалентность силового и энергетического критериев. Устойчивость и неустойчивость роста трещин.	5,75	0,25	1,5	4

Наименование модулей и модульных единиц дисциплины	Всего часов на модуль	Аудиторная работа		Внеаудиторная работа (СРС)
		Л	ЛПЗ	
Модуль 3 Механика упруго-пластического разрушения	22	2,0	4	16
Модульная единица 1 Структура конца полубесконечной упруго-идеально пластической трещины. Концепция квазихрупкого разрушения. Поправка Ирвина на пластическую деформацию. Другие критерии локального разрушения.	5,5	0,5	1	4
Модульная единица 2 Силы сцепления. Модель трещины Христиановича-Баренблата. Модель Леонова-Панасюка-Дагдейла. Модификация в модели Дагдейла.	5,5	0,5	1	4
Модульная единица 3 Влияние упрочнения (сингулярное решение Черепанова и Хатчинсона-Райса-Розенгрена). Распределение напряжений у вершины трещины в упругопластическом материале со степенным упрочнением. Инвариантный J-интеграл Эшелби-Черепанова-Райса.	5,5	0,5	1	4
Модульная единица 4 Экспериментальные методы определения вязкости разрушения (трещиностойкости) материала. Двухпараметрические критерии разрушения. Предел трещиностойкости материала. Критерий «течь перед разрушением» (leak before break).	5,5	0,5	1	4
Модуль 4 Механика усталостного разрушения	11,5	1,5	3	8
Модульная единица 1 Особенности усталостного деформирования и разрушения. Многоцикловая и малоцикловая усталость. Рост трещин при циклическом нагружении. Эмпирическая формула Париса. Теоретические зависимости роста усталостных трещин. Усталостная долговечность.	6,25	0,75	1,5	4
Модульная единица 2 Пластические зоны у вершины трещины при перегрузке и частичной разгрузке. Ускорение и торможение роста усталостных трещин. Влияние ползучести на рост усталостных трещин.	6,25	0,75	1,5	4
ИТОГО	72	6	14	52

4.3. Содержание модулей дисциплины

Таблица 4

Содержание лекционного курса

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и тема лекции	Вид ¹ контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Модуль 1. Основные понятия механики разрушения		Тестовый контроль	1,0
	Модульная единица 1. Предмет механики разрушения	Лекция № 1. Предмет механики разрушения. ТЕМА 1,1 Возникновение механики разрушения: причины и истоки. Теоретическая и реальная прочность твердых тел. Первая модель тела с трещиной (трещина Гриффитса)		1,0
2.	Модуль 2. Линейная механика разрушения.		Тестовый контроль	1,5
	Модульная единица 1. напряженное состояние трещины	Лекция № 2. Линейная механика разрушения		
		Тема 2,1 Напряженное состояние у вершины трещины. Полубесконечная трещина. Метод комплексных потенциалов. Три типа трещин. Коэффициенты интенсивности напряжений.		
	Модульная единица 2. силовые критерии разрушения	Тема 2.2 Методы расчетов коэффициентов интенсивности напряжений в упругих телах при различных условиях нагружения. Принцип суперпозиции решений. Задача И.В. Обреимова.		
Тема 2.3 Динамические задачи механики хрупкого разрушения. Локальное стационарное поле. Установившиеся колебания у вершины неподвижной трещины. Ударные нагрузки.				
	Тема 2.4 Силовой критерий локального разрушения. Вязкость разрушения (трещиностойкость) материала. Поток энергии в вершину трещины. Энергетический критерий локального разрушения. Эквивалентность силового и энергетического критериев. Устойчивость и неустойчивость роста трещин.			

¹ Вид мероприятия: тестирование, коллоквиум, зачет, экзамен, другое

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и тема лекции	Вид ¹ контрольного мероприятия	Кол-во часов		
3.	Модуль 3. Механика упруго-пластического разрушения.		Тестовый контроль	2,0		
	Модульная единица 1. структура конца полубесконечной упруго-идеальнопластической трещины.	Лекция 3 поведение трещины при упруго-пластическом разрушении				
		Тема 3,1 Структура конца полубесконечной упруго-идеальнопластической трещины. Концепция квазихрупкого разрушения. Поправка Ирвина на пластическую деформацию. Другие критерии локального разрушения.				
		Тема 3,2 Силы сцепления. Модель трещины Христиановича-Баренблата. Модель Леонова-Панасюка-Дагдейла. Модификация в модели Дагдейла.				
		Тема 3,3 Влияние упрочнения (сингулярное решение Черепанова и Хатчинсона-Райса-Розенгрена). Распределение напряжений у вершины трещины в упругопластическом материале со степенным упрочнением. Инвариантный J-интеграл Эшелби-Черепанова-Райса.				
Тема 3.4 Экспериментальные методы определения вязкости разрушения (трещиностойкости) материала. Двухпараметрические критерии разрушения. Предел трещиностойкости материала. Критерий «течь перед разрушением» (leak before break).						
2.	Модуль 4. Механика усталостного разрушения		Тестовый контроль	1,5		
	Модульная единица 1. особенности усталостного деформирования и разрушения.	Лекция № 4. усталостное разрушение в материале				
		Тема 4.1 Особенности усталостного деформирования и разрушения. Многоцикловая и малоцикловая усталость. Рост трещин при циклическом нагружении. Эмпирическая формула Париса. Теоретические зависимости роста усталостных трещин. Усталостная долговечность.				
Тема 4.2 Пластические зоны у вершины трещины при перегрузке и частичной разгрузке. Ускорение и торможение роста усталостных трещин. Влияние ползучести на рост усталостных трещин.						

4.4. Лабораторные/практические/семинарские занятия

Таблица 5

Содержание занятий и контрольных мероприятий

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и название лабораторных/практических занятий с указанием контрольных мероприятий	Вид ² контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Модуль 1. Основные понятия механики разрушения		тестирование	2
	Модульная единица 1. первые работы по трещинам	Занятие № 1. Работа А. Гриффитса «Явление разрушения и течения твердого тела».	Отчет	
2	Модуль2. Линейная механика разрушения		тестирование	5
	Модульная единица 1 напряжения в трещине и коэффициенты интенсивности напряжений	Занятие № 2 Распределение напряжений и перемещений у вершины полубесконечной трещины для трещин нормального отрыва, продольного и поперечного сдвига.		
		Занятие № 3 Коэффициенты интенсивности напряжений для изолированной прямолинейной трещины в бесконечной упругой плоскости. Трещина обобщенного нормального отрыва. Траектория развития трещины.		
3.	Модуль 3. Механика упруго-пластического разрушения		тестирование	4
	Модульная единица 1. методы решения задач с трещинами	Занятие № 4. Метод годографа в задачах антиплоского сдвига. Структура конца полубесконечной трещины для упруго-идеально пластического материала. Разгрузка и повторное нагружение трещины в модели Дагдейла.	Отчет	
		Занятие № 5. Напряженное состояние у вершины наклонной трещины в случае упруго-пластического материала со степенным упрочнением.		
4.	Модуль4. Механика усталостного разрушения		тестирование	3
	Модульная единица 1. решение задач с трещинами.	Занятие № 6. Решения ряда задач усталостной долговечности для тел с трещинами.	Отчет	
		Занятие № 7. Расчет допустимых размеров усталостной трещины		

² Вид мероприятия: защита, тестирование, коллоквиум, другое

4.5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

4.5.1. Перечень вопросов для самостоятельного изучения

Таблица 6

Перечень вопросов для самостоятельного изучения

№п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
Модуль 1 основные понятия механики разрушения			12
1	Модульная единица 1. первые работы по трещинам	Теоретическая и реальная прочность твердых тел. Первая модель тела с трещиной (трещина Гриффитса).	
Модуль 2 линейная механика разрушения			16
2	Модульная единица 1 напряжения в трещине и коэффициенты интенсивности напряжений	Напряженное состояние у вершины полубесконечной трещины. Метод комплексных потенциалов. Коэффициенты интенсивности напряжений.	
		Методы расчетов коэффициентов интенсивности напряжений в упругих телах при различных условиях нагружения. Примеры.	
		Коэффициент интенсивности напряжений в ДКБ-образце. Задача И.В. Обреимова.	
		Динамические задачи механики хрупкого разрушения. Локальное стационарное поле.	
		Динамические задачи механики хрупкого разрушения. Установившиеся колебания у вершины неподвижной трещины.	
Модуль 3 механика упруго-пластического разрушения			16
3	Модульная единица 1. методы решения задач с трещинами	Силовой и энергетический критерии хрупкого разрушения. Их эквивалентность.	
		Концепция квазихрупкого разрушения. Поправка Ирвина на пластическую деформацию.	
		Модель Леонова-Панасюка-Дагдейла. Разгрузка трещины в модели Дагдейла.	
		Распределение напряжений у вершины трещины в упругопластическом материале со степенным упрочнением. Инвариантный J-интеграл Эшелби-Черепанова-Райса.	
		Двухпараметрические критерии разрушения. Предел трещиностойкости материала.	
Модуль 4. Механика усталостного разрушения			8
4	Модульная единица 1. решение задач с трещинами.	Многоцикловая и малоцикловая усталость. Рост трещин при циклическом нагружении. Эмпирическая формула Париса.	
		Теоретические зависимости роста усталостных трещин. Усталостная долговечность.	
		Критерий осреднения напряжений у вершины трещины (критерий Новожилова) в статических и динамических задачах механики разрушения.	
		Метод годографа в задачах механики разрушения для случая антиплоского сдвига (упруго-пластический материал).	
ВСЕГО			52

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

1. Детали машин: учебник / ред. О. А. Ряховский. - 2-е изд., перераб. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. - 520 с.
2. Феодосьев, В. И. Сопротивление материалов: учебник / В. И. Феодосьев. - 11-е изд., стер. - М. : Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2003. - 592 с.
3. Волков, А. Н. Сопротивление материалов / А. Н. Волков. - М. : КолосС, 2004. - 286 с.
4. Копельман, Л. А. Основы теории прочности сварных конструкций. - Изд. 2-е, испр. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010 (Архангельск). - 457 с.

6.2. Дополнительная литература

1. Партон В.З., Морозов Е.М. Механика упруго-пластического разрушения. М.: Наука, 1974.
2. Качанов Л.М. Основы механики разрушения. М.: Наука, 1974.
3. Хеллан К. Введение в механику разрушения. М.: Мир, 1988.
4. Морозов Е.М., Пестриков В.М. Механика разрушения твердых тел. Санкт-Петербург: Изд-во «Профессия», 2001.
5. Мураками Ю. Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений. Т.1,2. М.: Мир, 1990.
6. Брок Д. Основы механики разрушения. М.: Высшая школа, 1980.
7. Нотт Дж. Основы механики разрушения. М.: Metallurgia, 1978.
5. Седов Л.И. механика сплошной среды. Т. 2. М.: Наука, 1994.
6. Работнов Ю.Н. Введение в механику разрушения. М.: Наука, 1987.
7. Плювинаж Г. Механика упругопластического разрушения. М.: Мир, 1993.
8. Гордон Дж. Почему мы не проваливаемся сквозь пол. М.: Мир, 1971.
9. Керштейн И.М., Ключников В.Д., Ломакин Е.В., Шестериков С.А. Основы экспериментальной механики разрушения. М.: Изд-во Московского университета, 1989.

7. Критерии оценки знаний, умений, навыков и заявленных компетенций

Виды текущего контроля: (реферат, тестирование, зачет).

Промежуточный контроль – (зачет)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

9. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения дисциплины

10. Образовательные технологии

Таблица 9

Название раздела дисциплины или отдельных тем	Вид занятия	Используемые образовательные технологии	Часы
Все разделы	Л	Электронные ресурсы	10
	ЛЗ	нет	
Все разделы	ПЗ	Электронные ресурсы	10

ПРОТОКОЛ ИЗМЕНЕНИЙ РПД

Дата	Раздел	Изменения	Комментарии

Программу разработали:
Меновщиков В. А. дтн, профессор

_____ (подпись)

ФИО, ученая степень, ученое звание

_____ (подпись)