МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета прикладной биотехнологии и инженерии

_____ В.Г. Коротков
(подпись, расшифровка подписи)

"24" апреля 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б.1.В.ДВ.5.1 Физическая природа разрушения материала»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
(код и наименование направления подготовки)

Машины и аппараты химических производств
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы
Программа академического бакалавриата

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2015

463560

Рабочая программа дисциплины «*Б.1.В.ДВ.5.1 Физическая природа разрушения материала***» /сост.**
В.Ю. Полищук - Оренбург: ОГУ, 2015

Рабочая программа предназначена студентам очной формы обучения по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

© Полищук В.Ю., 2015
© ОГУ, 2015

Содержание

1 Цели и задачи освоения дисциплины 4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3 Требования к результатам обучения по дисциплине 5
4 Структура и содержание дисциплины 6
4.1 Структура дисциплины 6
4.2 Содержание разделов дисциплины 7
4.3 Практические занятия (семинары) 8
5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины 9
5.1 Основная литература 9
5.2 Дополнительная литература 9
5.3 Периодические издания 9
5.4 Интернет-ресурсы 9
5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий 9
6 Материально-техническое обеспечение дисциплины 9
Лист согласования рабочей программы дисциплины 10

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:
Изучение фундаментальных понятий, концепций и методов механики разрушения.
Задачи:
- ознакомить студентов с основными явлениями процесса разрушения, принципами и подходами при математическом моделировании этого процесса;
- ввести и объяснить студентам основные гипотезы линейной и нелинейной механики разрушения;
- научить студентов основным методам и приемам решения задач механики разрушения;
- ознакомить студентов с основными методами экспериментального исследования процесса разрушения.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.Б.16 Основы теории упругости и пластичности, Б.1.В.ОД.8 Ремонт и монтаж химического и нефтехимического оборудования, Б.1.В.ОД.16 Основы теории надежности, Б.1.В.ОД.19 Системный анализ процессов химической технологии*

Требования к входным результатам обучения, необходимым для освоения дисциплины

Предварительные результаты обучения, которые должны быть сформированы у обучающегося до начала изучения дисциплины	Компетенции
Знать: основные критерии оценки работоспособности объектов профессиональной деятельности. **Уметь:** анализировать информацию. **Владеть:** навыками анализа функционирования объектов профессиональной деятельности.	ОПК-1 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
Знать: основные методы применения библиографической эвристики. **Уметь:** анализировать полученную информацию на достоверность и актуальность. **Владеть:** методами оценки полезности найденной информации.	ПК-13 готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований
Знать: глубокие естественнонаучные, математические и инженерные подходы и методы для создания новых материалов. **Уметь:** использовать персональный компьютер для работы в различных сферах научной деятельности. **Владеть:** методами проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении химического эксперимента.	ПК-14 способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе
Знать:	ПК-16 способностью

Предварительные результаты обучения, которые должны быть сформированы у обучающегося до начала изучения дисциплины	Компетенции
методы моделирования химико-технологических процессов и решения сопряженных задач. **Уметь:** решать уравнения и системы дифференциальных уравнений с использованием компьютерных математических пакетов. **Владеть:** методами оптимизации химико-технологических процессов.	моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности
Знать: математические модели объектов проектирования технологических процессов на различных уровнях. **Уметь:** использовать расширенные пакеты прикладных программ при проектировании стадий технологических процессов. **Владеть:** математическим аппаратом и математическим моделированием при подготовке многостадийного проектирования технологического объекта.	ПК-17 способностью участвовать в проектировании отдельных стадий технологических процессов с использованием современных информационных технологий

Постреквизиты дисциплины: *Б.2.В.П.1 Преддипломная практика*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
Знать: источники информации по изучаемой тематике. **Уметь:** подбирать необходимую информацию, анализировать, делать выводы, формулировать предложения. **Владеть:** навыками самостоятельного решения поставленных задач.	ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию
Знать: основные критерии оценки работоспособности объектов профессиональной деятельности. **Уметь:** анализировать информацию. **Владеть:** навыками анализа функционирования объектов профессиональной деятельности.	ОПК-1 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
Знать: основные методы применения библиографической эвристики. **Уметь:** анализировать полученную информацию на достоверность и актуальность. **Владеть:** методами оценки полезности найденной информации.	ПК-13 готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований
Знать: глубокие естественнонаучные, математические и инженерные подходы и методы для создания новых материалов.	ПК-14 способностью применять современные методы исследования

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
Уметь: использовать персональный компьютер для работы в различных сферах научной деятельности. **Владеть:** методами проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении химического эксперимента.	технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе
Знать: основные понятия теории планирования эксперимента. **Уметь:** осуществлять корректный выбор типа эксперимента при его планировании. **Владеть:** навыками применения методов планирования эксперимента.	ПК-15 способностью планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	8 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**144**	**144**
Контактная работа:	**35,25**	**35,25**
Лекции (Л)	14	14
Практические занятия (ПЗ)	20	20
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа:	**108,75**	**108,75**
- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;	*65,75*	*65,75*
- подготовка к практическим занятиям;	*8*	*8*
- подготовка к коллоквиумам;	*8*	*8*
- подготовка к рубежному контролю и т.п.)	*27*	*27*
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Основные понятия механики разрушения	20	1	1	-	18
2	Линейная механика разрушения	28	3	5	-	20
3	Механика упруго-пластического разрушения	26	3	5	-	18
4	Механика разрушения в условиях ползучести	24	3	3	-	18
5	Механика коррозионного разрушения	23	2	3	-	18
6	Механика усталостного разрушения	23	2	3	-	18
	Итого:	144	14	20	-	110
	Всего:	144	14	20	-	110

4.2 Содержание разделов дисциплины

ТЕМА 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ МЕХАНИКИ РАЗРУШЕНИЯ

1.1. Предмет механики разрушения. Возникновение механики разрушения: причины и истоки. Теоретическая и реальная прочность твердых тел. Первая модель тела с трещиной (трещина Гриффитса). Катастрофические разрушения 40-50 годов.

ТЕМА 2. ЛИНЕЙНАЯ МЕХАНИКА РАЗРУШЕНИЯ

2.1. Напряженное состояние у вершины трещины. Принцип «микроскопа». Полубесконечная трещина. Метод комплексных потенциалов. Три типа трещин. Коэффициенты интенсивности напряжений.

2.2. 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.

2.3. Динамические задачи механики хрупкого разрушения. Локальное стационарное поле. Установившиеся колебания у вершины неподвижной трещины. Ударные нагрузки.

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.

ТЕМА 3. МЕХАНИКА УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКОГО РАЗРУШЕНИЯ

3.1. Структура конца полубесконечной упруго-идеальнопластической трещины. Концепция квазихрупкого разрушения. Поправка Ирвина на пластическую деформацию. Другие критерии локального разрушения.

3.2. Силы сцепления. Модель трещины Христиановича-Баренблата. Модель Леонова-Панасюка-Дагдейла. Модификация в модели Дагдейла.

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.

3.4. Экспериментальные методы определения вязкости разрушения (трещиностойкости) материала. Двухпараметрические критерии разрушения. Предел трещиностойкости материала. Критерий «течь перед разрушением» (leak before break).

ТЕМА 4. МЕХАНИКА РАЗРУШЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ПОЛЗУЧЕСТИ

4.1. Особенности процесса ползучести, накопления поврежденности и развития трещин в условиях ползучести. Параметр поврежденности (сплошности). Модель Качанова-Работнова. Определяющие соотношения связанной и несвязанной постановок краевых задач в теории ползучести с поврежденностью.

4.2. Асимптотика напряжений у вершины стационарной трещины в нелинейно вязком и упруго-нелинейно вязком теле. Инвариантный C*-интеграл теории установившейся ползучести и C(t)-интеграл теории неустановившейся ползучести.

4.3. Асимптотическое исследование полей напряжений у вершины растущей трещины в условиях установившейся и неустановившейся ползучести. Модель роста трещины в несвязанной постановке теории ползучести с поврежденностью.

4.4. Влияние поврежденности материала на напряженно-деформированное состояние в окрестности вершины трещины при связанной постановке теории ползучести с поврежденностью. Автомодельная постановка задачи о трещине в среде с поврежденностью. Модель роста трещины в связанной постановке теории ползучести с поврежденностью.

ТЕМА 5. МЕХАНИКА КОРРОЗИОННОГО РАЗРУШЕНИЯ

5.1. Особенности коррозионного растрескивания и коррозионного роста трещин в металлах. Модели коррозионного растрескивания (диффузионная модель, феноменологическая модель).

5.2. Математическая модель коррозионного роста трещин. Экспериментальные исследования коррозионного роста трещин. Пороговый коэффициент интенсивности напряжений.

ТЕМА 6. МЕХАНИКА УСТАЛОСТНОГО РАЗРУШЕНИЯ

6.1. Особенности усталостного деформирования и разрушения. Многоцикловая и малоцикловая усталость. Рост трещин при циклическом нагружении. Эмпирическая формула Париса. Теоретические зависимости роста усталостных трещин. Усталостная долговечность.

6.2. Пластические зоны у вершины трещины при перегрузке и частичной разгрузке. Ускорение и торможение роста усталостных трещин. Влияние ползучести на рост усталостных трещин.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Работа А. Гриффитса «Явление разрушения и течения твердого тела»	1
2	2	Распределение напряжений и перемещений у вершины полубесконечной трещины для трещин нормального отрыва, продольного и поперечного сдвига	1
3	2	Коэффициенты интенсивности напряжений для изолированной прямолинейной трещины в бесконечной упругой плоскости.	1
4	2	Трещина обобщенного нормального отрыва. Траектория развития трещины.	1
5	2	Трещины вблизи концентраторов напряжений (плоская задача). Трещины в круговой пластине или цилиндре.	1
6	2	Критерий осреднения напряжений у вершины трещины (критерий Новожилова) в статических и динамических задачах механики разрушения.	1
7	3	Метод годографа в задачах антиплоского сдвига. Структура конца полубесконечной трещины для упруго-идеальнопластического материала.	1
8	3	Разгрузка и повторное нагружение трещины в модели Дагдейла.	1
9	3	Напряженное состояние у вершины наклонной трещины в случае упругопластического материала со степенным упрочнением.	1
10	3	Взаимосвязь J-интеграла и величины раскрытия в вершине трещины.	1
11	3	Докритический рост трещины. R-кривая.	1
12	4	Длительная прочность элементов конструкций, работающих в условиях ползучести.	1
13	4	Метод годографа в задачах антиплоского сдвига. Структура конца полубесконечной трещины в случае установившейся ползучести с дробно-линейным законом ползучести.	1
14	4	Автомодельная задача о трещине антиплоского сдвига в среде с поврежденностью (связанная постановка задачи ползучести с поврежденностью).	1
15	5	Диффузионная модель роста трещины при водородном охрупчивании.	1
16	5	Электрохимический механизм роста трещин при коррозионном разрушении.	1
17	5	Поверхностное взаимодействие твердого тела со средой. Адсорбционный эффект.	1
18	6	Решения ряда задач усталосной долговечности для тел с трещинами.	1
19	6	Расчет допустимых размеров усталостной трещины (на примере корпуса ВВЭР).	1
20	6	Влияние усталости на рост трещин ползучести.	1
		Итого:	20

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Физическая природа разрушения: учебное пособие [Электронный ресурс] / Кушнаренко В., Чирков Ю., Полищук В., Репях В. - ОГУ, 2014.
http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=259121
2. Пестриков В.М. Механика разрушения твердых тел [Текст]: курс лекций / В.М.Пестриков, Е.М. Морозов. – СПб: Профессия, 2002. – 320 с.: ил. – ISBN 5-93913-022-4.

5.2 Дополнительная литература

1. Партон В.З., Морозов Е.М. Механика упруго-пластического разрушения М., Наука, 1985
2. Механика разрушения и прочность материалов. Том 1-4 Киев, Наукова думка 1988.
3. Броек Д. Основы механики разрушения: М., Высшая школа, 1980.
4. Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений/ под ред. Ю. Мураками. – М., Мир 1990, Том 1-448 с, Том 2 – 1016 с.

5.3 Периодические издания

Известия Российской академии наук. Механика твердого тела.
Прикладная механика и техническая физика.
Проблемы прочности и пластичности.

5.4 Интернет-ресурсы

http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/solid.htm
http://avia.academic.ru/4130
http://ndt-d.com/

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

Пакет настольных приложений Microsoft Office.
Интегрированная система решения математических, инженерно-технических и научных задач PTC MathCAD 14.0.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Ресурсы читального зала библиотеки и Интернет. Для проведения практических занятий предназначена лаборатория (ауд. 3114), кафедральный вычислительный зал в ауд. 3113.

ЛИСТ
согласования рабочей программы

Направление подготовки: 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
код и наименование

Профиль: Машины и аппараты химических производств

Дисциплина: Б.1.В.ДВ.5.1 Физическая природа разрушения материала

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

Год набора 2015

РЕКОМЕНДОВАНА заседанием кафедры
Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств
наименование кафедры

протокол № 8 от "16" 09 2015.

Ответственный исполнитель, заведующий кафедрой
Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств — В.Ю. Полищук
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
зав.кафедрой — В.Ю. Полищук
должность *подпись* *расшифровка подписи*

должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии — В.Ю. Полищук
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки
Н.Н. Грицай
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
Т.М. Крахмалева
личная подпись *расшифровка подписи*

Рабочая программа зарегистрирована в ОИОТ ЦИТ
Начальник отдела информационных образовательных технологий ЦИТ
Е.В. Дырдина
личная подпись *расшифровка подписи*