

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств

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

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств

наименование кафедры

протокол № 7 от "18" 02 20/16.

Заведующий кафедрой

Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств

наименование кафедры

подпись

В.Ю. Полищук

расшифровка подписи

Исполнители:

должность

подпись

В.Ю. Полищук

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

код наименование

личная подпись

В.Ю. Полищук

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

личная подпись

Н.Н. Грицай

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

Т.М. Крахмалева

расшифровка подписи

№ регистрации 57327

© Полищук В.Ю., 2016

© ОГУ, 2016

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

изучение фундаментальных понятий, концепций и методов механики разрушения; приобретение способности использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; способности планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты.

Задачи:

Знать:

- основные явления процесса разрушения, принципы и подходы при математическом моделировании этого процесса;
- основные гипотезы линейной и нелинейной механики разрушения;
- основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;
- основные понятия теории планирования эксперимента.

Уметь:

- пользоваться основными методами и приемами решения задач механики разрушения;
- применять методы математического анализа и моделирования;
- осуществлять корректный выбор типа эксперимента при его планировании.

Владеть:

- основными методами экспериментального исследования процесса разрушения;
- способами теоретического и экспериментального исследования;
- навыками применения методов планирования эксперимента.

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*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

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
<p>Знать: основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.</p> <p>Уметь: применять методы математического анализа и моделирования</p> <p>Владеть: способами теоретического и экспериментального исследования</p>	ОПК-2 способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p>Знать: основные понятия теории планирования эксперимента.</p> <p>Уметь: осуществлять корректный выбор типа эксперимента при его планировании.</p> <p>Владеть: навыками применения методов планирования эксперимента.</p>	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: - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	108,75	108,75
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. Способность планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты.	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 усталостной 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] / Кушнарченко 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 [Текст] : справ. пособие: в 4 т. / под общ. ред. В. В. Панасюка. - Киев : Наукова думка, 1988-1990
- Т. 1 : Основы механики разрушения материалов. - 1988. - 487 с.
- Т. 2 : Коэффициенты интенсивности напряжений в телах с трещинами. - 1988. - 620 с.
- Т. 3 : Характеристики кратковременной трещиностойкости материалов и методы их определения. - 1988. - 435 с.: ил.
- Т. 4 : Усталость и циклическая трещиностойкость конструкционных материалов. - 1990. - 679 с.
3. Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений/ под ред. Ю. Мураками. – М., Мир 1990, Том 1-448 с, Том 2 – 1016 с.

5.3 Периодические издания

- Металловедение и термическая обработка металлов : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016.
- Известия РАН. Механика твердого тела : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2016.
- Заводская лаборатория. Диагностика материалов : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016.

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

- Операционные системы для рабочих станций Microsoft Windows.
- Офисные приложения для рабочих станций Microsoft Office Professional Plus (Word, Excel, PowerPoint, OneNote, Outlook, Publisher, Access).
- MathCAD 14.0.
- Консультант Плюс [электронный ресурс] : справочно-правовая система / Компания Консультант Плюс. – Электрон. Дан. – Москва. [1992-2016]. Режим доступа: в локальной сети ОГУ <\\fileserver1\CONSULT\cons.exe>
- Гарант [Электронный ресурс] : справочно-правовая система / НПП Гарант-Сервис. Электрон. дан. – Москва, [1990-2016]. – Режим доступа: <\\fileserver1\GarantClient\garant.exe> в локальной сети ОГУ.
- Springer [Электронный ресурс] : база данных научных книг, журналов, справочных материалов / компания Springer Customer Service Center GmbH. – Режим доступа : <https://link.springer.com> в локальной сети ОГУ.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации – аудитория 3114.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ – аудитории 3113 и 3122.

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины

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

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

Направленность: Машины и аппараты химических производств

Год набора 2016

Дополнения и изменения к рабочей программе на 2019/2020 учебный год рассмотрены и утверждены на заседании кафедры машин и аппаратов химических и пищевых производств
наименование кафедры

протокол № Р от "28" 02 2019г.

Заведующий кафедрой

машин и аппаратов химических и пищевых производств

наименование кафедры



подпись

расшифровка подписи

А.В. Колотвин

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий отделом комплектования Научной библиотеки ОГУ



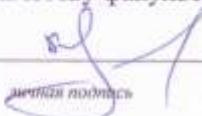
личная подпись

Н.Н. Грицай

расшифровка подписи

дата

Уполномоченный по качеству факультета (института)



личная подпись

Т.М. Крахмалева

расшифровка подписи

дата

В рабочую программу вносятся следующие дополнения и изменения:

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.3 Периодические издания

Металловедение и термическая обработка металлов : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2019.

Известия РАН. Механика твердого тела : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2019.

Заводская лаборатория. Диагностика материалов : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2019.