

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета прикладной биотехнологии и  
инженерии



В.Г. Коротков

30 августа 2016 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

*«Б.1.В.ДВ.5.2 Диагностика разрушений»*

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

*Заочная*

Оренбург 2016

**Рабочая программа дисциплины «Б.1.В.ДВ.5.2 Диагностика разрушений» /сост.  
В.Ю. Полищук - Оренбург: ОГУ, 2016**

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

© Полищук В.Ю., 2016  
© ОГУ, 2016

## 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 .....	8
5.1 Основная литература .....	8
5.2 Дополнительная литература .....	8
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:

овладение научно обоснованными методами обнаружения и анализа поведения трещин и других дефектов сплошности в элементах конструкций оборудования химической промышленности.

### Задачи:

- создавать научно обоснованные представления о методах и средствах обнаружения нарушений сплошности типа трещин в деталях; о напряжено-деформированном состоянии деталей в окрестности трещин в твердых телах; о поведении трещин при действующих нагрузках и механических свойствах материала деталей; о способах остановки распространения трещины;

- знать и научиться применять полученные знания о методах обнаружения трещин, различные критерии разрушения и их применении, использовать справочные данные по критериям разрушения, в частности по коэффициентам интенсивности напряжений (КИН);

- иметь представления о дефектоскопии, акустических и радиационных методах неразрушающего контроля, об определении параметров трещин по результатам просвечивания элементов оборудования, о влиянии механических свойств материала элемента конструкции на выбор критерия разрушения и применении последнего для анализа поведения трещины.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Пререквизиты дисциплины: *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
<p><b>Знать:</b> основные критерии оценки работоспособности объектов профессиональной деятельности.</p> <p><b>Уметь:</b> анализировать информацию.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками анализа функционирования объектов профессиональной деятельности.</p>	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
<p><b>Знать:</b> основные методы применения библиографической эвристики.</p> <p><b>Уметь:</b> анализировать полученную информацию на достоверность и актуальность.</p> <p><b>Владеть:</b> методами оценки полезности найденной информации.</p>	ПК-13 готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований

Предварительные результаты обучения, которые должны быть сформированы у обучающегося до начала изучения дисциплины	Компетенции
<p><b>Знать:</b> глубокие естественнонаучные, математические и инженерные подходы и методы для создания новых материалов.</p> <p><b>Уметь:</b> использовать персональный компьютер для работы в различных сферах научной деятельности.</p> <p><b>Владеть:</b> методами проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении химического эксперимента.</p>	ПК-14 способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе
<p><b>Знать:</b> методы моделирования химико-технологических процессов и решения сопряженных задач.</p> <p><b>Уметь:</b> решать уравнения и системы дифференциальных уравнений с использованием компьютерных математических пакетов.</p> <p><b>Владеть:</b> методами оптимизации химико-технологических процессов.</p>	ПК-16 способностью моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности
<p><b>Знать:</b> математические модели объектов проектирования технологических процессов на различных уровнях.</p> <p><b>Уметь:</b> использовать расширенные пакеты прикладных программ при проектировании стадий технологических процессов.</p> <p><b>Владеть:</b> математическим аппаратом и математическим моделированием при подготовке многостадийного проектирования технологического объекта.</p>	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
<p><b>Знать:</b> источники информации по изучаемой тематике.</p> <p><b>Уметь:</b> подбирать необходимую информацию, анализировать, делать выводы, формулировать предложения.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками самостоятельного решения поставленных задач.</p>	ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию
<p><b>Знать:</b> основные критерии оценки работоспособности объектов профессиональной деятельности.</p> <p><b>Уметь:</b> анализировать информацию.</p>	ОПК-1 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<b>Владеть:</b> навыками анализа функционирования объектов профессиональной деятельности.	культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
<b>Знать:</b> основные методы применения библиографической эвристики. <b>Уметь:</b> анализировать полученную информацию на достоверность и актуальность. <b>Владеть:</b> методами оценки полезности найденной информации.	ПК-13 готовностью изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований
<b>Знать:</b> глубокие естественнонаучные, математические и инженерные подходы и методы для создания новых материалов. <b>Уметь:</b> использовать персональный компьютер для работы в различных сферах научной деятельности. <b>Владеть:</b> 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

#### 4 Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Структура дисциплины

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

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	7 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>15,5</b>	<b>15,5</b>
Лекции (Л)	6	6
Практические занятия (ПЗ)	8	8
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>128,5</b>	<b>128,5</b>
- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);	98,5	98,5
- подготовка к практическим занятиям;	20	20
- подготовка к рубежному контролю и т.п.)	10	10
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>экзамен</b>	

## Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Общие сведения о разрушении	27	1	-	-	26
2	Методы и средства дефектоскопии	27	1	-	-	26
3	Основные элементы механики разрушения	29	1	2	-	26
4	Критерии разрушения при статическом нагружении	30	1	3	-	26
5	Критерии разрушения при циклическом нагружении. Усталость металлов	31	2	3	-	26
	Итого:	144	6	8	-	130
	Всего:	144	6	8	-	130

### 4.2 Содержание разделов дисциплины

#### 1 Общие сведения о разрушении

Краткая историческая справка науки о разрушении. Примеры катастрофических последствий вследствие разрушения. Применение разрушения в механической технологии. Предмет диагностики разрушения и его место среди других инженерных дисциплин. Задачи и методы диагностики разрушения.

#### 2 Методы и средства дефектоскопии

Классификация методов неразрушающего контроля. Акустические методы. Классификация методов акустического контроля. Акустические колебания и волны. Типы волн. Акустические свойства сред. Отражение и преломление звуковых волн. Методы акустического контроля, основанные на преломлении, отражении и комбинированные методы. Методы собственных частот, импедансные методы. Ультразвуковой эхо-метод. Ультразвуковые контактные преобразователи. Ультразвуковые интроскопы. Радиационные методы. Рентгеновская дефектоскопия. Рентгеновская аппаратура. Структурная схема типового рентгеновского дефектоскопа. Гамма-дефектоскопия.

#### 3 Основные элементы механики разрушения

Задачи диагностики разрушения. Зоны разрушения и процессы, протекающие в них. Задачи и методы механики разрушения. Трещина и основные типы трещин. Напряжения и деформации. Главные напряжения и деформации. Связь между напряжениями и деформациями в упругих телах. Основные уравнения теории упругости. Плоская задача теории упругости. Функция напряжений Эри. Напряжения и смещения в окрестности вершины трещины. Коэффициенты интенсивности напряжений (КИН). Пластическая деформация в окрестности вершины трещины. Условия текучести Треска, Мизеса. Форма и размеры зон пластичности в окрестности вершины трещины.

#### 4 Критерии разрушения при статическом нагружении

Энергетические критерии. Теория Гриффитса. Энергия деформации тела с трещиной. Критерий Гриффитса. Инвариантный J-интеграл. Критерий Морозова Е.М. Энергетические критерии трещиностойкости (вязкости разрушения). Силовые критерии. КИН. Расчеты КИН. Силовые критерии трещиностойкости. Условия автомодельности. Деформационные критерии. Раскрытие трещины и ее измерение. КРТ-критерий.  $\delta_k$ -модель (ЛПД). Двухпараметрический критерий. Методы определения трещиностойкости.

## 5 Критерии разрушения при циклическом нагружении. Усталость металлов

Общие закономерности усталостного разрушения и развитие усталостных трещин. Усталость металлов. Стадии роста усталостной трещины. Зависимость скорости роста усталостной трещины от характеристик напряженно-деформированного состояния. Долговечность детали с трещиной произвольной конфигурации при циклическом нагружении. Способы и методы остановки усталостной трещины.

### 4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	3	Решение задач на напряженное состояние в точке: вектор напряжений, тензор напряжений, преобразования тензора напряжений, главные напряжения, октаэдрические напряжения.	0,5
1	3	Решение задач на деформации в точке: перемещения и деформации, тензор деформаций и преобразования тензора деформаций, главные деформации, скорость деформации.	1
1	3	Закон Гука, энергия деформации, статические и динамические задачи теории упругости, двумерные задачи теории упругости	0,5
2	4	Определение энергетических критериев: критерия Гриффитса, критерия Гриффитса-Ирвина-Орована, J-интеграл	1
2,3	4	Определение деформационных критериев разрушения: КРТ-критерия, $\delta_k$ критерия. Связь между различными критериями разрушения.	2
3,4	5	Вычисление скорости роста усталостной трещины (Пэрис-Эрдоган, Ярема-Микитишин). Оценка долговечности конструкции по числу циклов нагружения.	3
		Итого:	8

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1. 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.
2. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник/ под ред В.В. Клюева.-2-е изд., перераб. и доп.- М. Машиностроение, 2003.-656 с.: ил. – ISBN 5-217-03178

### 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. Брок 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 офисных программ Microsoft Office (фирма «Microsoft»);  
Математический пакет MathCAD.

### **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.5.2 Диагностика разрушений

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

Год набора 2016

РЕКОМЕНДОВАНА заседанием кафедры

Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств  
наименование кафедры

протокол № 12 от "30" 08 20 16.

Ответственный исполнитель, заведующий кафедрой

Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств

наименование кафедры

подпись

В.Ю. Полищук

расшифровка подписи

Исполнители:

зав. кафедрой

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 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

Рабочая программа зарегистрирована в ОИОТ ЦИТ

Начальник отдела информационных образовательных технологий ЦИТ

личная подпись

Е.В. Дырдина

расшифровка подписи