

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ  
им. А.А. БАЙКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
ФИЗИКА И МЕХАНИКА РАЗРУШЕНИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ  
МАТЕРИАЛОВ**

Направление подготовки: 22.06.01 Технологии материалов

Направленность подготовки:

Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Одобрено на заседании  
Ученого совета ИМЕТ РАН  
\_\_\_\_\_ 2017 г.  
Протокол № \_\_\_\_\_

Москва 2017 год

Целью изучения дисциплины «Физика и механика разрушения конструкционных материалов» является углубленное изучение физики и механики разрушения конструкционных материалов, включающее изучение характеристик механики и физики разрушения, методов их оценки и использования для анализа влияния различных факторов, выбора материала и диагностики его состояния на разных этапах эксплуатации; обучение практическим навыкам анализа процесса накопления повреждений и разрушения при различных видах нагружения; развитие представлений об общих закономерностях разрушения, проявляющихся на различных масштабных уровнях.

### **Вопросы для подготовки к собеседованиям по темам курса**

#### Собеседование 1. Контрольные вопросы:

1. Методы оценки характеристик механики разрушения и других механических свойств при растяжении.
2. Методы оценки характеристик механики разрушения и других механических свойств при циклическом нагружении.
3. Методы оценки характеристик механики разрушения и других механических свойств при ударном нагружении.
4. Влияние структуры материала и условий испытания на его механическое поведение.
5. Стадийность процесса разрушения.
6. Влияние вида нагружения на механизмы нагружения
7. Влияние скорости нагружения и температуры на механизмы нагружения

#### Собеседование 2. Контрольные вопросы:

1. Методы неразрушающего контроля.
2. Акустическая эмиссия и скорость распространения ультразвука
3. Взаимосвязь характеристик механического и физического поведения твердых тел при нагружении.

#### Собеседование 3. Контрольные вопросы:

1. Общие кинетические закономерности накопления повреждений, зарождения и роста трещины на различных масштабных уровнях.
2. Методы диагностики накопления повреждений и разрушения элементов конструкций.

#### Собеседование 4. Контрольные вопросы:

1. Виды коррозионных разрушений при нагружении материала в активных средах, механизмы и критерии
2. Особенности деформации и разрушения материалов с нано- и субмикроскопической структурой

## Промежуточная аттестация - дифференцированный зачет

На дифференцированном зачете обучающемуся задается 2 вопроса из списка контрольных вопросов.

### Контрольные вопросы

1. Механические свойства при статическом, ударном и циклическом нагружении.
2. Основные положения механики разрушения. Теория Гриффитса, подход Ирвина.
3. Плосконапряженное и плоскодеформированное состояние. Методы оценки характеристик механики разрушения.
4. Кинетика пластических зон, методы оценки размера зон.
5. Факторы, определяющие геометрию и форму пластических зон.
6. Кинетические особенности разрушения при различных условиях нагружения
7. Механизмы разрушения при статическом, ударном и циклическом нагружении
8. Классификация изломов
9. Влияние вида нагружения, структуры материала, скорости нагружения и температуры на механизмы нагружения
10. Влияние различных факторов (включающих структуру материала, скорость нагружения, температуру и масштабный фактор) на характеристики деформации и механики разрушения
11. Взаимосвязь характеристик прочности, пластичности и разрушения с механизмами и стадийностью процесса разрушения.
12. Закономерности накопления поврежденности. Подходы Качанова, Работнова, Соснина.
13. Стадийность процесса разрушения при статическом, ударном и циклическом нагружении.
14. Уравнение Аррениуса, кинетическая теория прочности Журкова, энергия активации и концентрационный критерий.
15. Количественная фрактография, методы фрактодиагностики.
16. Физические свойства материалов, отражающие изменение поврежденности в процессе нагружения
17. Методы неразрушающего контроля. Акустическая эмиссия и скорость распространения ультразвука.
18. Изменения магнитных характеристик в процессе нагружения, их связь с характеристиками прочности.
19. Кинетические закономерности изменения физических свойств в процессе нагружения.
20. Взаимосвязь характеристик механического и физического поведения твердых тел при нагружении.
21. Вероятностные аспекты разрушения.
22. Общие кинетические закономерности накопления повреждений, зарождения и роста трещины на различных масштабных уровнях.
23. Методы диагностики накопления повреждений и разрушения элементов конструкций.
24. Анализ процессов разрушения с позиций теории фазовых переходов и критических явлений.
25. Характеристики поврежденности материала и методы их оценки

26. Анализ реальных случаев эксплуатационных разрушений. Принципы и порядок проведения экспертизы разрушения
27. Принципы и критерии выбора материала для работы в определенных условиях нагружения
28. Радиационная поврежденность, механизмы и основные характеристики
29. Процессы трения и износа. Характеристики и механизмы разрушения.
30. Деградация материала в процессе эксплуатации, сопутствующие изменения механических и физических свойств.
31. Виды коррозионных разрушений при нагружении материала в активных средах, механизмы и критерии.
32. Особенности деформации и разрушения конструкционных материалов с ГЦК, ОЦК и ГПУ- структурой
33. Особенности деформации и разрушения материалов с нано- и субмикроскопической структурой.

### **Литература для подготовки по дисциплине**

#### **Основная литература:**

1. Ботвина Л.Р. Кинетика разрушения конструкционных материалов: М.: Наука, 1989. С. 230.
2. Ботвина Л.Р. Разрушение: кинетика, механизмы, общие закономерности. М.: Наука, 2008. С. 334
3. Качанов Л.М. Основы механики разрушения. 1974. М.: Наука.
4. Красовский А.Я. Хрупкость металлов при низких температурах. – Киев: Наукова Думка, 1980. С. 337.
5. Панасюк В.В. Предельное равновесие хрупких тел с трещинами. Киев: Наукова Думка, 1968. 246 С.
6. Ито Ю., Мураками Ю., Хасебэ Н. и др. Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений /Под ред. Ю. Мураками; пер. с англ. под ред. Р.В. Гольдштейна, Н.А. Махутова. М.: Мир, 1990. С. 1046.
7. Иванова В.С., Терентьев В.Ф. Природа усталости металлов. М.: Metallurgy, 1975. 456 С.
8. Коцаньда С. Усталостное разрушение металлов. М.: Metallurgy. 1976. 455 С.
9. Разрушение (том 1,2,3,5,6,7), под ред. Г. Либовица. М. Мир 1976.
10. Фрактография и атлас фрактограмм. Справочник /Под ред. М.Л. Бернштейна. М.: Metallurgy, 1982. 489с.
11. Гуляев А.П. Металловедение. Учебник для вузов. М.: Metallurgy. 1986. С. 540.
12. Екобори Т. Физика и механика разрушения и прочности твердых тел. М.: Metallurgy. 1971. С. 264.
13. Коттрелл А. Х. Дислокации и пластическое течение в кристаллах. - М.: Metallurgizdat, 1953. С. 276.
14. Лепин Г.Ф. Ползучесть металлов и критерии жаропрочности. М.: Metallurgy. 1976. 343 с.
15. Регель В.Р., Слуцкер А.И., Томашевский Э.Е. Кинетическая природа прочности твердых тел. М. Наука. 1974. 560 с.

#### **Дополнительная литература**

1. Физическое металловедение / Под ред. Р.У. Кана и П. Хаазена. М. Металлургия, 1987.
2. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. Учебное пособие. М.: Академия, 2005
3. Зеленский В.Ф., Неклюдов И.М., Черняева Т.П. Радиационные дефекты и набухание металлов. Киев: Наук. думка. 1988. 293 С.
4. Неразрушающий контроль. Справочник. В 7 т. Под ред. В.В. Клюева. Т.3: Ультразвуковой контроль / И.Н. Ермолов, Ю.Н. Ланге. – М.: Машиностроение. 2004.-864 с.

Методические материалы разработал:

Профессор,  
Доктор технических наук

Л.Р. Ботвина

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ  
им. А.А. БАЙКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКИ

РЕФЕРАТ  
по дисциплине  
«Физика и механика разрушения конструкционных материалов»

---

(Тема реферата)

Направление подготовки 22.06.01 – Технологии материалов

Направленность подготовки:  
Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Выполнил: аспирант

---

ФИО

подпись

Проверил: \_\_\_\_\_  
должность, уч. степень, уч. звание преподавателя

---

ФИО

подпись

Москва 20 \_\_\_\_