

Форма № Н - 3.03 (ЧДТУ)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Чернігівський державний технологічний університет

ТЕОРІЯ РУЙНУВАННЯ

ПРОГРАМА
нормативної навчальної дисципліни
підготовки магістрів
напряму 8.05050401 – Технології та устаткування зварювання

Чернігів
2013 рік

РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО:

Кафедрою *теоретичної і прикладної механіки*

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

Д.т.н., проф. Дубенець, зав. кафедри теоретичної і прикладної механіки
Чернігівського державного технологічного університету

Обговорено та рекомендовано методичною комісією з напряму підготовки
8.05050401 – Технології та устаткування зварювання
Протокол від “29” серпня 2013 року № 8

“29” серпня 2013 року Голова _____ (О.В.Рогоза)

© ЧДТУ, 2013 рік

© ТПМ, 2013 рік

Abstract

Fracture Mechanics Course Description

Fracture mechanics is the field of mechanics concerned with the study of the propagation of cracks in materials. It uses methods of analytical solid mechanics to calculate the driving force on a crack and those of experimental solid mechanics to characterize the material's resistance to fracture.

In modern materials science, fracture mechanics is an important tool in improving the mechanical performance of mechanical components. It applies the physics of stress and strain, in particular the theories of elasticity and plasticity, to the microscopic crystallographic defects found in real materials in order to predict the macroscopic mechanical failure of bodies.

Contents: Stress and strain analysis; physical equations of the theories of elasticity and plasticity; strength analysis; destruction of structures; Griffith's criterion; Irwin's modification; stress concentration; stress intensity factor; strain energy release rate; linear-elastic fracture mechanics; elastic-plastic fracture mechanics; crack opening displacement; program realization of numerical methods of fracture mechanics.

Вступ

Програму вивчення нормативної навчальної дисципліни *"Теорія руйнування"* складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістрів напрямку 8.05050401 – *Технології та устаткування зварювання*.

Предметом вивчення дисципліни є методи розрахунку на міцність конструкцій з тріщинами.

Міждисциплінарні зв'язки.

"Теорія руйнування" є однією з головних складових математичної підготовки інженерів-механіків. Вивчення *"Теорії руйнування"* базується на таких попередніх дисциплінах, як *"Вища математика"*, *"Інформатика"*, *"Опір матеріалів"*, *"Напруження і деформації"*.

"Теорія руйнування" є важливою компонентою в формуванні теоретичної бази для подальшого поглиблення знань випускника університету з механіки руйнування конструкцій, вдосконалення та розвинення знань та умінь у напрямку проектування конструкцій з урахуванням наявності тріщин для різних галузей промисловості, а також вивчення та професійного використання комп'ютерних CAD/CAE* систем. Набуті знання та вміння застосовуються при розробці та аналізі математичних моделей конструкцій з тріщинами та використанні сучасного програмного забезпечення для проектування і розрахунків елементів конструкцій і машин з урахуванням тріщиностійкості.

* CAD – Computer-Aided Design (комп'ютерне проектування); CAE – Computer-Aided Engineering (комп'ютерне моделювання).

Обов'язковою умовою викладання дисципліни є проведення лабораторного практикуму із застосуванням програмних комплексів MathCAD, Matlab, APM WinMachine, ANSYS, Abaqus.

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових **модулів**:

- Змістовий модуль 1. Основи лінійної механіки руйнування.
- Змістовий модуль 2. Особливості розрахунку зварних конструкцій з урахуванням тріщиностійкості.

1 Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою вивчення дисципліни "*Теорія руйнування*" є формування базових теоретичних знань механіки руйнування, ознайомлення з методологією сучасних методів проектування конструкцій з урахуванням наявності тріщин, ознайомлення з методами розрахунків конструкцій з урахуванням тріщиностійкості.

1.2. Основним завданням вивчення дисципліни "*Теорія руйнування*" є навчити студентів застосовувати сучасні математичні методи розрахунку і проектування конструкцій з тріщинами. Реалізація основного завдання передбачає:

- ознайомлення з фундаментальними положеннями механіки руйнування;
- ознайомлення із сучасними програмними комплексами моделювання і розрахунків конструкцій з наявністю тріщин;

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти, які засвоїли запланований курс, повинні

знати:

- основні положення і методи механіки руйнування;
- методологію розрахунків конструкцій на тріщиностійкість;
- особливості розрахунку зварних конструкцій з урахуванням концентрації напружень, наявності тріщин і залишкових напружень;
- сучасні програмні засоби для реалізації методів розрахунку конструкцій на міцність;

уміти:

- розробляти математичні моделі конструкцій;
- формулювати постановки задач розрахунку на міцність і тріщиностійкість;
- застосовувати сучасне програмне забезпечення для розрахунку елементів конструкцій на тріщиностійкість.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 150 год/5 кредитів ECTS.

2 Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основи лінійної механіки руйнування.

1. Вступ. Основи механіки твердого деформівного тіла.

Аналіз напружень і деформацій. Фізичні рівняння теорії пружності і теорії пластичності.

2. Класичні методи розрахунків на міцність.

Розрахунки на міцність за допустимими напруженнями і за граничним станом. Руйнування конструкцій.

3. Концентрація напружень.

Коефіцієнти концентрації і інтенсивності напружень. Розподілення напружень біля концентраторів напружень і у вершині тріщини. Асимптотичні формули Колосова-Вестергардта.

4. Лінійна механіка руйнування.

Концепція Грифітса-Орована-Ірвіна. Коефіцієнт інтенсивності напружень. Потік енергії у вершину тріщини. Поправка Ірвіна на пластичність. Концепція Грифітса. Енергетичний критерій механіки руйнування. Зв'язок енергетичного і силового критеріїв.

5. Методи визначення коефіцієнтів інтенсивності напружень.

Наближені, точні і чисельні методи визначення коефіцієнта інтенсивності напружень. Врахування скінченних розмірів тіла.

6. Основні поняття нелінійної механіки руйнування.

Докритичне зростання тріщини. Інваріантний енергетичний інтеграл. Пружно-пластичне руйнування. Критерій критичного розкриття тріщини.

7. Витривалість і малоциклова втома.

Пружно-пластичне руйнування. Зростання тріщини при циклічному навантаженні. Динамічне навантаження тіла з тріщиною.

8. Експериментальне визначення параметрів механіки руйнування.

Експериментальні методи визначення параметрів механіки руйнування.

Змістовий модуль 2. Особливості розрахунку зварних конструкцій з урахуванням тріщиностійкості.

9. Фізичні основи руйнування.

Теоретична і реальна міцність матеріалів. Фізичні механізми зародження і розвитку тріщини. Способи руйнування при розвитку тріщин.

10. Розрахунки на тріщиностійкість.

Поняття тріщиностійкості. Умови тріщиностійкості. Тріщини в елементах конструкцій. Методи зупинки розвитку тріщин.

11. Особливості руйнування зварних конструкцій і зварних з'єднань.

Граничні стани і особливості розрахунку зварних з'єднань. Критерії міцності і пластичності у механіці руйнування зварних конструкцій. Методика оцінки тріщиностійкості зварних конструкцій.

12. Вплив різних факторів на розвиток тріщин.

Вплив корозії, температури, залишкових напружень на руйнування зварних конструкцій з тріщинами.

13. Загальна характеристика методів розрахунку з урахуванням тріщиностійкості.

Розрахунки на міцність за місцевими напруженнями. Вибір коефіцієнта запасу міцності з урахуванням тріщиностійкості.

14. Програмна реалізація чисельних методів визначення параметрів механіки руйнування.

Методи чисельного визначення параметрів механіки руйнування і оцінки міцності конструкцій.

3 Рекомендована література

3.1 Навчальна література

1. Партон В. З. Механика упруго-пластического разрушения / В. З. Партон, Е. М. Морозов / М.: UPSS, 2008. – 354 с.
2. Разрушение. В 7 т./ Под ред. Г. Либовица / М., 1973-1975.
3. Черепанов Г. П. Механика хрупкого разрушения / Г. П. Черепанов / М.: Наука, 1974. – 640 с.
4. Gdoutos E.E. Fracture Mechanics An Introduction / Springer, 2005. – 2 edition – 369 p.

3.2 Методична література

5. Руйнування конструкцій: Курс лекцій в електронному варіанті / Укладач В. Г. Дубенець / ЧТДУ: Каф. ТПМ, 2009.
6. <http://www.ansys.com>
7. <http://stu.cn.ua>
8. <http://sopromat.org.ua>

4 Форма підсумкового контролю успішності навчання

Підсумковий контроль проводиться відповідно до Положення про поточну атестацію успішності студентів денної форми навчання в Чернігівському державному технологічному університеті, погодженого вченою радою ЧДТУ 31.10.11 р. протокол № 8 і затвердженого ректором. Семестровий контроль здійснюється у формі захисту розрахунково-графічної роботи та диференційованого заліку.

5 Засоби діагностики успішності навчання

1. Контрольні запитання до лабораторних робіт.
2. Запитання та задачі до РГР.
3. Запитання та задачі до заліку.