

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Механіко-математичний факультет

Кафедра теоретичної та прикладної механіки

Сучасні методи моделювання суцільних середовищ

(назва навчальної дисципліни)

ПРОГРАМА
нормативної навчальної дисципліни

підготовки магістра

(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

напряму 0604 «механіка»

(шифр і назва напряму)

спеціальності 6.04020201 «теоретична та прикладна механіка»

(шифр і назва спеціальності)

(Шифр за ОПП _____)

Харків

2012 рік

РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО: **Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна**

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: **Пацегон Микола Федорович, докт.фіз.-мат.-наук, професор, професор кафедри теоретичної та прикладної механіки**

Обговорено та рекомендовано для видання та тимчасового використання на засіданні **кафедри теоретичної та прикладної механіки**

“ ___ ” _____ 2012 року, протокол №__

Схвалено методичною комісією *механіко-математичного факультету*

“ ___ ” _____ 2012 року, протокол №__

“ _____ ” _____ 2012 р. Голова комісії _____ (*доц.Тарапова О.І.*)

ВСТУП

Програма вивчення нормативної навчальної дисципліни “**Сучасні методи моделювання суцільних середовищ**” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки **бакалаврів** напряму підготовки «**механіка**» спеціальності 6.04020201 «**теоретична та прикладна механіка**».

Предметом вивчення навчальної дисципліни є методи побудови моделей суцільних середовищ на основі сучасної аксіоматики Трусделла-Нолла з використанням нерівності Клазіуса-Дюгема, релаксаційні моделі на основі феноменологічної теорії Леонтовича-Мандельштама, нерівноважні моделі середовищ поблизу точок фазових перетворень на основі теорії Л.Д.Ландау та методи осереднення для побудови моделей континуумів.

Міждисциплінарні зв'язки: математичний аналіз, геометрія, диференціальні рівняння, фізика, механіка суцільних середовищ, теоретична гідромеханіка, опір матеріалів.

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:

Модуль 1. Сучасна аксіоматика суцільних середовищ.

Модуль 2. Методи побудови локально-нерівноважних моделей суцільних середовищ.

Модуль 3. Методи моделювання взаємнопроникних багатокомпонентних континуумів.

.1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою спеціального курсу є надання студентам знань з фундаментальних дисциплін, розвиток здібностей самостійного наукового мислення, уміння орієнтуватися в складних проблемах сучасної механіки та прикладної математики, застосування придбаних знань для творчої роботи в галузі природничих наук. Спеціальний курс доповнює базовий курс механіки суцільних середовищ, основу знань сучасного фахівця в області теоретичної

та прикладної його науковий кругозір, сприяє формуванню загального науково-технічного рівня.

1.2. Основні завдання полягають у вивченні методів побудови моделей суцільних середовищ, які базуються на основі гіпотез локальної та частково локальної рівноваги з використанням методів нерівноважної термодинаміки Онзагера та застосування їх для отримання рівнянь мікрополярної гідродинаміки та гідродинаміки середовищ, які намагнічуються; у формулюванні початково-крайових задач для вказаних середовищ та знанні їх принципів розв'язків.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

знати :

- основні поняття механіки суцільних середовищ, які є базовими для математичного моделювання та дослідження математичними (асимптотичними, чисельними тощо) методами моделей середовищ з ускладненими властивостями;
- основні закони термомеханіки суцільних середовищ, які складають основу побудови локально-рівноважних та нерівноважних моделей (моделі ізотропних мікрополярних рідин та газів, пружних, пластичних та пружно-пластичних ізотропних тіл);
- основні методи моделювання суцільних середовищ в електромагнітних полях;
- сучасну аксіоматику та принципи побудови визначальних рівнянь суцільних середовищ.

вміти :

- застосовувати теоретичні знання при розв'язанні конкретних науково-технічних проблем, дослідженні сучасних задач механіки середовищ з ускладненими властивостями.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться **36 годин/ 1 кредит ECTS**.

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Сучасна аксіоматика суцільних середовищ.

. **Тема 1.** Інтегральне рівняння балансу в механіці суцільних середовищ. Формули Нансона. Диференціальна форма рівняння балансу у змінних Лагранжа. Диференціальні рівняння механіки суцільних середовищ в змінних Ейлера та Лагранжа. Тензор напружень Піоли-Кірхгофа. Рівняння балансу локально нерівноважної ентропії та узагальнена нерівність Клаузіуса-Дюгема. Визначальні (матеріальні) рівняння моделей суцільних середовищ (аксіоматика Трусделла-Нолла). Основні принципи моделювання суцільних середовищ: 1) принцип неперервності (гіпотеза суцільності); 2) принцип існування основного стану (нульовий закон термодинаміки); 3) принцип об'єктивності; 4) принцип локальності; 5) принцип балансовості основних рівнянь механіки: закон збереження маси; закон збереження кількості руху; закон збереження моменту кількості руху; 6) перший закон термодинаміки; 7) другий закон термодинаміки; 8) нерівність Клаузіуса-Дюгема. Основні принципи побудови визначальних (матеріальних) рівнянь суцільних середовищ: 1) принцип взаємного зв'язку; 2) нульове начало термодинаміки; 3) принцип причинності; 4) принцип рівноприсутності; 5) принцип об'єктивності; 6) принцип матеріальної симетрії; 7) принцип локальності; 8) принцип затухаючої пам'яті; 9) принцип допустимості. Нелінійні тензорні функції тензорних аргументів.

Змістовий модуль 2. Методи побудови локально нерівноважних моделей суцільних середовищ.

Нерівність Клаузіуса-Дюгема для термопружного середовища. Матеріальні рівняння термопружного середовища. Рівняння нелінійної ізотропної термопружності. Постановка початково-крайових задач лінійної термопружності. Моделі релаксаційного типу. Релаксаційні процеси в суцільних середовищах. Феноменологічна теорія Леонтовича-Мандельштама релаксаційних процесів. Гіпотеза часткової локальної рівноваги. Термодинамічні параметри за наявності процесів релаксації. Рівняння термодинамічного стану. Рівняння релаксаційної гідродинаміки.

Рівняння релаксації. Моделювання суцільних середовищ за наявності фазових перетворень. Поняття параметра порядку. Фазові перетворення першого та другого роду. Основи феноменологічної теорії Л.Д.Ландау фазових перетворень. Термодинамічний потенціал середовища поблизу точки фазового перетворення.

Змістовий модуль 3. Методи моделювання взаємнопроникних багатокомпонентних континуумів.

Основні поняття теорії багатокомпонентних середовищ. Рівняння теорії багатошвидкісних континуумів в інтегральній формі. Диференціальні рівняння багатошвидкісної моделі. Середні характеристики континууму в дифузійному наближенні. Рівняння нерозривності та рівняння для концентрацій. Дифузійний потік. Тензор напружень та тензор дифузії внутрішнього моменту кількості руху. Рівняння руху та зміни внутрішнього моменту кількості руху. Елементи хімічної кінетики: рівняння хімічних реакцій, стехіометричні коефіцієнти, швидкість хімічної реакції, сталі швидкостей хімічних реакцій, закон діючих мас. Рівняння енергії в диференціальній формі. Система рівнянь багато швидкісного континууму. Рівняння стану.

Рекомендована література

Базова

1. Зарубин В.С., Кувыркин Г.Н. Математические модели термомеханики.- М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002.-168с.
2. Петров Н., Бранков Й. Современные проблемы термодинамики. М., Мир, 285 с.
3. Седов Л.И. Механика сплошной среды. СПб.: Лань, 2004. Т.1, 2, кол-во страниц: 492, 568.
4. Можен Ж. Механика электромагнитных сплошных сред.М., Мир, 1991,560 с.
5. Ильюшин А.А. Механика сплошной среды. Изд-во Моск.ун-та, 1971, 245 с.
6. Тарапов И.Е. Механика сплошной среды, часть 2. Харьков, Золотые страницы, 2002, 514 с.

1. Допоміжна

2. Сонин А.С. Введение в физику жидких кристаллов. М., Наука, 1983, 319 с.
3. Чандрасекар С. Жидкие кристаллы. М., Мир, 1980, 344 с.
4. Ахиезер А.И., Барьяхтар В.Г., Пелетминский С.В. Спиновые волны. М., Наука,

- 1967,368 с.
5. Новацкий В. Электромагнитные эффекты в твердых телах: Пер. с польск.- М., Мир, 1986, 157 с.
 6. Бердичевский В.Л. Вариационные принципы механики сплошной среды. М., Наука, 7. 1983, 447 с.
 8. Демущкий В.П. Моделі некласичних середовищ: Навч. посібник для вузів. Х.,Б.в., 9. 1994, 72 с.
 10. Пацегон Н.Ф. Волновые процессы в намагничивающихся средах с постоянной и изменяющейся микроструктурой. Дис. д-ра физ.мат. н., Х.: 1999, 337 с.
 11. G.A.Maugin. The thermomechanics of nonlinear irreversible behaviors. World Scientific.:1999, 375 p.

4. Форма підсумкового контролю успішності навчання - залік.

5. Засоби діагностики успішності навчання - поточне опитування, модульні контрольні роботи, індивідуальні завдання, доповіді на спеціальному семінарі, виконання курсових робіт.