

МЕТОДИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СУЦІЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩ - ММ-41

Анотація курсу.

В спеціальному курсі вивчаються методи побудови моделей суцільних середовищ, які базуються на основі гіпотез локальної та частково локальної рівноваги з використанням методів нерівноважної термодинаміки Онзагера. Вводяться визначальні параметри мікрополярної гідродинаміки та гідродинаміки середовищ, які намагнічуються. Формулюються початково-крайові задачі для вказаних середовищ та вивчаються їх принципові розв'язки.

Title: The Methods of Mathematical Modelling of Continuous Media

Lecturer: Patsegon N.F., professor

Status: normative

Year, semester: 4 year - 8 semester.

Prior conditions: differential calculus, analytical geometry, higher algebra, mathematical analysis, differential equations

Annotation:

In special course the methods of construction of mathematical models of continuous media based on the hypotheses of local and partially local equilibrium using the Onsager-Gibbs' theory of irreversible thermodynamics are studied. The constitutive parameters for micropolar fluids and ferrofluids in an electromagnetic field are discussed. The boundary value problems for the denoted media are formulated and their principal solutions are considered.

Control forms, evaluating system:

credit, individual report at special scientific seminar "The methods of applied mathematics and mechanics", examination.

1. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Кінематика та динаміка середовищ з ускладненими властивостями.

1. Основні закони термодинаміки. Визначальні параметри моделі суцільного середовища. Неперервні, циклічні, рівноважні, зворотні, незворотні процеси. I, II, III закони термодинаміки, нульове начало термодинаміки.
2. Гомогенні та мікрогетерогенні середовища. Закон руху мікроелемента. Тензори мікродеформації Ерінгена. Мікрополярні середовища та їх приклади (рідкі кристали, ферорідини, композитні матеріали). Внутрішній кінетичний момент середовища.
3. Основні закони збереження в механіці суцільних середовищ. Рівняння балансу в механіці суцільних середовищ. Гіпотеза локальності. Узагальнене рівняння Коші для простих матеріалів. Закон зміни кількості руху. Тензор напружень Коші. Закон зміни внутрішнього моменту кількості руху. Тензор моментних напружень Коші. Симетрія та антисиметрія тензора напружень.
4. Повна енергія мікрополярного середовища. Потужність поверхневих, об'ємних сил, поверхневих та об'ємних моментів. Притік тепла у систему при контактній та об'ємній взаємодіях. Рівняння енергії, теорема живих сил. Рівняння зміни внутрішньої енергії.

Модуль 2. Методи побудови локально рівноважних моделей суцільних середовищ. Моделювання середовищ з внутрішнім моментом кількості руху (мікрополярного середовища).

5. Повна система законів збереження в інтегральній формі. Диференціальні рівняння руху в змінних Ейлера. Диференціальні рівняння в формі законів збереження. Вектори густини потоку маси та енергії. Тензори густини потоку імпульсу та моменту імпульсу. Умови на поверхнях сильного розриву (умови динамічної сумісності).
6. Рівняння мікрополярної гідродинаміки ізотропних середовищ. Термодинамічні рівняння стану середовищ з врахуванням внутрішнього моменту кількості руху. Теорема живих сил в мікрополярній гідродинаміці. Внутрішнє виробництво ентропії. Теорема Кюрі.
7. Замикаючі (матеріальні) рівняння в наближенні лінійної теорії Онзагера. Коефіцієнти дифузійної та обертальної теплопровідностей. Обертальна в'язкість. Обмеження на феноменологічні коефіцієнти, які впливають із другого закону термодинаміки. Замкнена система рівнянь мікрополярної гідродинаміки у випадку ізотермічних течій. Граничні умови.
8. Рівняння мікрополярної гідродинаміки у безрозмірному вигляді. Критерії подібності течій. Вплив моментних напружень на найпростіші течії мікрополярної рідини. Поняття ефективної в'язкості рідини.

Модуль 3. МОДЕЛЮВАННЯ СУЦІЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩ В ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛЯХ

9. Намагніченість та поляризація речовини. Рівняння Максвелла. Формули Мінковського перетворення електромагнітних величин. Наближення квазістаціонарної феррогідродинаміки.
10. Тотожність Гіббса для середовищ, які намагнічуються. Рівняння термодинамічного стану для ізотропних магнітних середовищ. Закони намагнічування. Рівняння балансу магнітної енергії в одиниці маси суцільного середовища. Об'ємна густина магнітної енергії, джоулева дисипація.
11. Тензор напружень в магнітному середовищі, вектор густини потоку енергії та рівняння балансу ентропії. Замикаючі рівняння для магнітного середовища. Повна система рівнянь середовищ, які намагнічуються.
12. Наближення основної системи рівнянь (непровідне магнітне середовище, ідеальне магнітне середовище, ідеальне немагнітне середовище). Рівняння магнітної гідродинаміки. Магнітогідродинамічне описання плазми. Умови для електродинамічних та гідродинамічних величин на поверхнях сильного розриву.
13. Магнітні рідини. Описання магнітних рідин з рівноважною намагніченістю (наближення вільного магнітного диполя) та мікрополярих магнітних рідин (наближення вмерженого магнітного диполя).

Рекомендована література

Базова

1. Петров Н., Бранков Й. Современные проблемы термодинамики. М., Мир, 285 с.
2. Седов Л.И. Механика сплошной среды, т.1. М., Наука, 1983, 528 с.
3. Можен Ж. Механика электромагнитных сплошных сред. М., Мир, 1991, 560 с.
4. Ильюшин А.А. Механика сплошной среды. Изд-во Моск. ун-та, 1971, 245 с.
5. Тарапов И.Е. Механика сплошной среды, часть 2. Харьков, Золотые страницы, 2002, 514 с.
6. Блум Э.Я., Михайлов Ю.А., Озолс Р.Я. Тепло- и массообмен в магнитном поле. Рига, Зинатне, 1980, 353 с.

Допоміжна

1. Сонин А.С. Введение в физику жидких кристаллов. М., Наука, 1983, 319 с.
2. Чандрасекар С. Жидкие кристаллы. М., Мир, 1980, 344 с.
3. Ахиезер А.И., Барьяхтар В.Г., Пелетминский С.В. Спиновые волны. М., Наука, 1967, 368 с.
4. Новацкий В. Электромагнитные эффекты в твердых телах: Пер. с польск.- М., Мир, 1986, 157 с.
5. Бердичевский В.Л. Вариационные принципы механики сплошной среды. М., Наука, 1983, 447 с.
6. Демуцький В.П. Моделі некласичних середовищ: Навч. посібник для вузів. Х., Б.в., 1994, 72 с.
7. Пацегон Н.Ф. Волновые процессы в намагничивающихся средах с постоянной и изменяющейся микроструктурой. Дис. д-ра физ.мат. н., Х.: 1999, 337 с.
8. G.A. Maugin. The thermomechanics of nonlinear irreversible behaviors. World Scientific.: 1999, 375 p.