

Науковий семінар приурочений до святкування Днів науки на Україні

13 травня 2009 року під час фестивалю Днів науки у Львівському національному університеті імені Івана Франка МОН України відбувся науковий семінар на тему «Математичне моделювання й обчислювальні методи», організований Центром математичного моделювання Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України та Львівським національним університетом імені Івана Франка МОН України.

Зі вступним словом виступив член-кореспондент НАН України професор Ярослав Бурак. Вів засідання декан факультету прикладної математики та інформатики професор Ярема Савула. Підсумки дискусії підвів директор Центру математичного моделювання ІППММ ім. Я. С. Підстригача НАН України професор Євген Чапля.

У рамках семінару заслухали наступні доповіді.

Математичне моделювання процесів масоперенесення у випадково неоднорідних тілах

Євген Чапля^{1,2}, Ольга Чернуха¹

¹ Центр математичного моделювання ІППММ ім. Я. С. Підстригача НАН України, Україна

² Університет Казимира Великого в Бидгощі, Польща

Виходячи з законів Фіка, процес масопереносу домішкової речовини у тілах із випадково неоднорідною структурою досліджується на основі підходу, що базується на формулюванні інтегродиференціального рівняння з випадковим оператором, яке є еквівалентне вихідній крайовій задачі; розв'язуванні отриманого рівняння методом послідовних наближень та усередненні одержаного поля концентрації у вигляді нескінченного інтегрального ряду Неймана за ансамблем конфігурацій фаз. При цьому враховано, як суттєво різні фізичні характеристики фаз, так і ефекти на міжфазних границях. Запропонований підхід застосовано до розв'язування задач дифузії у багатофазних стохастично неоднорідних шаруватих, волокнистих тілах і середовищах із кульовими включеннями.

На основі більш загальної моделі механотермодифузії зроблено постановки контактнокрайових задач масопереносу у двофазних випадково неоднорідних середовищах. Для розв'язування задач у загальній постановці використано запропонований підхід, для чого за допомогою теорії узагальнених функцій контактну задачу зведено до рівняння масопереносу в усій області тіла. Аналогічно розглянуто випадки шаруватих, волокнистих тіл і тіл зі сферичними включеннями. Доведено абсолютну та рівномірну збіжність інтегральних рядів Неймана як для обмежених, так і напівобмежених областей.

Математичне та числове моделювання зв'язаних електромагнітних, теплових і механічних процесів в електропровідних тілах за дії зовнішніх електромагнітних полів

Богдан Дробенко¹, Олександр Гачкевич^{1,2}, Ярослав Бурак³

¹ Інститут прикладних проблеми механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України, Україна

² Інститут математики та фізики Політехніки Опольської, Польща

³ Центр математичного моделювання ІППММ ім. Я. С. Підстригача НАН України, Україна

Розглянуто математичну модель і відповідну числову методику дослідження нестационарних термомеханічних процесів у термочутливих електропровідних тілах за врахування пружно-пластичного характеру деформування та нелінійної залежності індукцій магнітного й електричного полів від відповідних напруженостей. Для опису електромагнітного поля використано рівняння Максвелла, теплоперенесення — рівняння теплопровідності, процесу деформування — співвідношення неізотермічної термопружності. Система числового моделювання базується на методі скінченних елементів і сім'ї простих однокрокових алгоритмів. Кроки інтегрування за часом рівнянь електродинаміки, теплопровідності та термомеханіки вибрано різними, що надає можливість оптимізувати процес обчислень (за часом розрахунку). Як приклад, проаналізовано особливості термомеханічних процесів у магнітотвердому циліндрі за умов його індукційного нагрівання.

Про чисельне розв'язування однієї оберненої граничної задачі еластостатики

Роман Хапко

Львівський національний університет імені Івана Франка

Розглянуто обернену задачу реконструкції обмеженого включення у верхній півплощині за відомими переміщеннями та напруженнями на її границі. Обернену задачу, яка є нелінійною та некоректно поставленою, записано у формі операторного рівняння з оператором, що відображає границю включення на переміщення на цій границі за фіксованих даних Коші на межі півплощини. Для його наближеного розв'язування застосовано гібридний метод [1, 2], який ґрунтується на використанні інтегральних операторів і їх апроксимацій. У підсумку отримано ітераційну процедуру, на кожному кроці якої методом регуляризації Тихонова розв'язуємо два рівняння некоректно сформульованої задачі. Наведено приклади числових розв'язків, які підтверджують застосовність розробленого алгоритму.

- [1] Chapko R. A hybrid method for inverse boundary value problems in potential theory / R. Chapko, R. Kress // Journal of Ill-Posed and Inverse Problems. — 2005. — No 13. — P. 27-40.
- [2] Chapko R. On a hybrid method for shape reconstruction of a buried object in an elastostatic half plane / R. Chapko // Inverse Problems and Imaging. — 2009. — No 3. — P. 199-210.

Поетапна параметрична числова оптимізація напружено-деформованого стану скляних тіл обертання за високотемпературного нагрівання

Олександр Гачкевич^{1,2}, Євген Ірза²

¹ Інститут математики та фізики Політехніки Опольської, Польща

² Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України, Україна

Розглянуто числову методику поетапної параметричної оптимізації за напруженнями та деформаціями теплових режимів високотемпературного нагрівання скляних тіл обертання. Базовою є модель термопружного тіла за врахування залишкових деформацій і напружень, які формуються в процесі склування. Під час розв'язування використано метод зважених нев'язок у поєднанні з методом скінченних елементів. Знайдено оптимальні теплові режими відпалювання, гартування та зварювання типових оболонкових скляних елементів.

Скінченно-граничноелементні апроксимації задач механіки на основі методів декомпозиції області

Ярема Савула, Іван Дияк

Львівський національний університет імені Івана Франка

Розглянено побудову об'єднаних скінченноелементних і граничноелементних апроксимацій для гетерогенних задач теорії пружності та контактних задач за відсутності тертя на основі методів декомпозиції області без накладання. Запропоновано ітераційну схему Ді-ріхле-Неймана з використанням лінійних мортарних функцій на спільній границі. Об'єднані гетерогенні апроксимації для локально нелінійних проблем базуються на симетричному варіанті методу граничних елементів і теорії пластичного течіння у локальній зоні. Результати досліджень шаруватих композитів із використанням теорії гомогенізації у лінійній і нелінійних постановках демонструють ефективність запропонованих підходів. Побудовано варіант альтернуючого методу Шварца для областей, що перекриваються, на основі об'єднаних схем непрямого методу граничних елементів і методу скінченних елементів.

Структура розв'язків узагальнених систем з кусково-змінними коефіцієнтами

Роман Тацій

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Отримано конструктивне подання загального розв'язку системи диференціальних рівнянь [1], до якої зводяться узагальнені задачі теплопровідності, задачі про вимушені коливання стрижнів кусково-змінного перетину з насадженими дисками тощо. Наведено ілюстративні приклади.

- [1] Частково вироджені та вироджені квазідиференціальні рівняння / Р. М. Тацій, М. Ф. Стасюк, О. О. Власій, М. Живічинські // Вісник НУ «Львівська політехніка». Фіз.-мат. науки. — 2007. — № 601. — С. 18-27.

Лінійні нелокальні теорії електромеханічних процесів у діелектриках

Василь Кондрат, Ольга Грицина

Центр математичного моделювання ІППММ ім. Я. С. Підстригача НАН України

Проведено короткий огляд лінійних нелокальних теорій діелектричних тіл і запропоновано новий підхід до побудови такої теорії, який базується на врахуванні процесу локального зміщення маси. Для неферромагнітного поляризованого тіла одержано повну систему співвідношень для опису механотермоелектромагнітних процесів, взаємозв'язаних із процесом локального зміщення маси. Показано, що у разі виключення з теорії параметрів, які характеризують зміщення маси, приходимо до просторово нелокальної електромагнітотермомеханіки поляризованих тіл. Отримані рівняння описують аномальну залежність ємності тонких діелектричних плівок від їх товщини (аномалію Міда), приповерхневу неоднорідність поляризації та напружено-деформованого стану тощо. Проведено узагальнення побудованої моделі на багатокомпонентні тверді та рідкі розчини за урахування необоротності процесу локального зміщення маси.

Особливості моделювання процесів газогідродинаміки

Ярослав П'янило

Центр математичного моделювання ІППММ ім. Я. С. Підстригача НАН України

Дослідження процесів руху газу в технологічних об'єктах газотранспортних систем зводиться до необхідності розв'язування задач математичної фізики в умовах значної невизначеності даних про характеристики матеріалу та крайові умови. Розглянуто основні види таких невизначеностей та способи їх врахування. Сформульовано вимоги до вхідних експериментальних даних (інформативність, точність, необхідна кількість даних), потрібних для коректної постановки модельних задач та кількісного аналізу їх розв'язків. Відзначено, що задачі моделювання потоків газу в газотранспортних системах повинні справджувати вимоги адаптивності у заданих просторово-часових межах, враховувати основні супутні фізичні процеси, топологію мережі та запірної арматури. Сказане проілюстровано на прикладі математичного моделювання закачування та відбору газу з підземного сховища. Проведені дослідження закладено в основу програмного комплексу для розрахунку режимних параметрів роботи підземних сховищ газу.