

ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПРОЕКТУВАННЯ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА РОЗПОДІЛУ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ У НИХ

Дихта І. Я.

Національний університет “Львівська політехніка”

І. Постановка проблеми

Композитні матеріали використовуються у багатьох галузях науки та виробництва і з кожним роком попит на них збільшується. Ці матеріали мають кращі параметри міцності, пластичності, теплові та хімічні характеристики у порівнянні з традиційними матеріалами, такими як сталь, алюміній чи пластик. Дослідження композитних матеріалів потребує як практичних експериментів, так і математичного моделювання та симуляцій фізичних процесів з відображенням результатів.

ІІ. Мета роботи

Метою роботи є розробка програмного забезпечення для візуалізації моделей композитних матеріалів, задання параметрів симуляції та теплових процесів у композитних матеріалах для системи TERMET.

ІІІ. Реалізація

Для реалізації системи TERMET було обрано мову програмування C++ під середовищем розробки Qt, яке є зручним для розробників, надає додаткові можливості та виконує компіляцію вихідних програм під необхідні операційні системи. Графічний вивід інформації здійснюється засобами OpenGL. Для підвищення гнучкості і швидкодії візуалізації, а також надання їй більш презентабельного вигляду використані шейдери (програми графічного конвєсера) на мові GLSL.

Композитний матеріал, який розробляється у системі може бути трьох типів: sandwich (багатошарова структура з різних матеріалів), powdered (матеріал у якому присутні вкраплення продуктів порошкової металургії) чи nanotubed (матеріал з нанотрубками). Другий та третій типи композитних матеріалів після проведення аналізу та отримання параметрів цих матеріалів можуть бути зведені до простого матеріалу і використовуватися у sandwich композиті.

При візуалізації композитний матеріал представляється у вигляді моделі шарового паралелепіпеда з довжиною та шириною однаковою для усіх шарів та товщиною, яка є сумою товщин усіх шарів матеріалів.

При моделюванні порядок розмірів сторін об'єкта може суттєво відрізнятись, що приводить до незручностей з відображенням об'єкта та роботи дослідника з ним. Щоб подолати цю проблему було введено можливість вибору підблоку матеріалу для візуалізації. Вибір можна зробити в інтерактивному режимі працюючи з 3D моделлю чи задати точне положення через діалогове вікно. Також в системі наявний 2D режим відображення, при якому відображається не весь композит чи підблок, а тільки вибрана грань об'єкту.

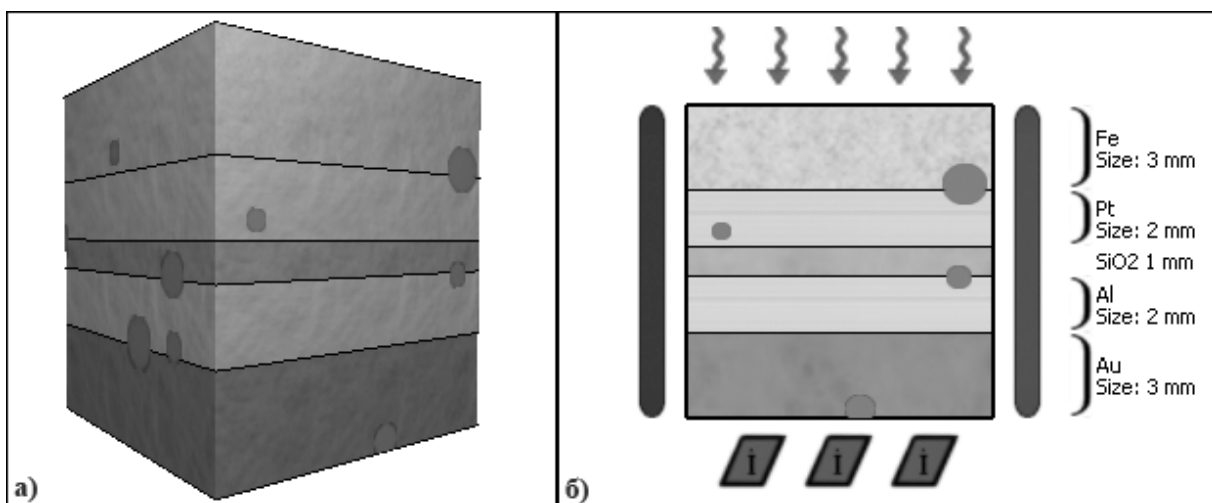


Рисунок 1 – Композитний матеріал з вкрапленнями в 3D режимі (а) та 2D режимі з заданими граничними умовами (б)

Композити з вкрапленнями відображаються як прості композити, з вкрапленнями у виді зрізів сфер на гранях композиту. При малому масштабі майже невидимі вкраплення не візуалізуються, а при великому – можна побачити усі деталі.

Модифікація структури композиту, задання граничних умов та параметрів аналізу здійснюється як у вікнах візуалізації, так і у відповідних меню та діалогових вікнах.

Після проведення розрахунків система TERMET готова відобразити результати у вигляді, ізополів, ізоліній чи ізорівнів. Вихідні данні представлені у формі двовимірних чи тривимірних масивів у елементах яких збережені координати вузлів, часові параметри, температура та ін. Також є данні про скінченні елементи, якими описується модель (трикутники чи тетраедри). При точному аналізі результати можуть містити велику кількість скінченних елементів, які важко відобразити у реальному часі без сповільнення швидкодії компютера. Ефективним підходом для вирішення проблеми є попередня візуалізація результатів аналізу у текстурі (зображення) і їх подальше накладання на сторони обекта, що моделюється [1]. Скінченні елементи проектуються на текстуру. Для кожного пікселя, що малюється знаходиться інтерпольоване значення температури, яке йому відповідає. Значення інтерпольованої температури перетворюється у поміжок [0;1] , враховуючи параметри мінімальної і максимальної температури, яка повинна відобразитися . Нормалізоване значення температури використовується як текстурна координата в одомірній текстурі градієнту для визначення кольору пікселя. Ці операції виконуються у шейдері і швидкість розрахунків є більшою (у випадку наявності на компютері відповідного апаратного забезпечення) ніж, якби вони виконувалися у загальному коді. Новою проблемою при використанні текстурного підходу є можлива недостатня деталізація текстур при зближенні. Ця проблема вирішується збільшенням розміру текстури, різноманітними типами інтерполяції між пікселями текстури чи перевізуалізацією в текстурі даних тільки видимих частин композиту.

Система TERMET дозволяє визначити точки на поверхні чи всередині композита по яких буде побудована залежність зміни температури від часу. Аналогічно можна побудувати графік зміни температури вздовж визначеної користувачем прямої (рис. 2).

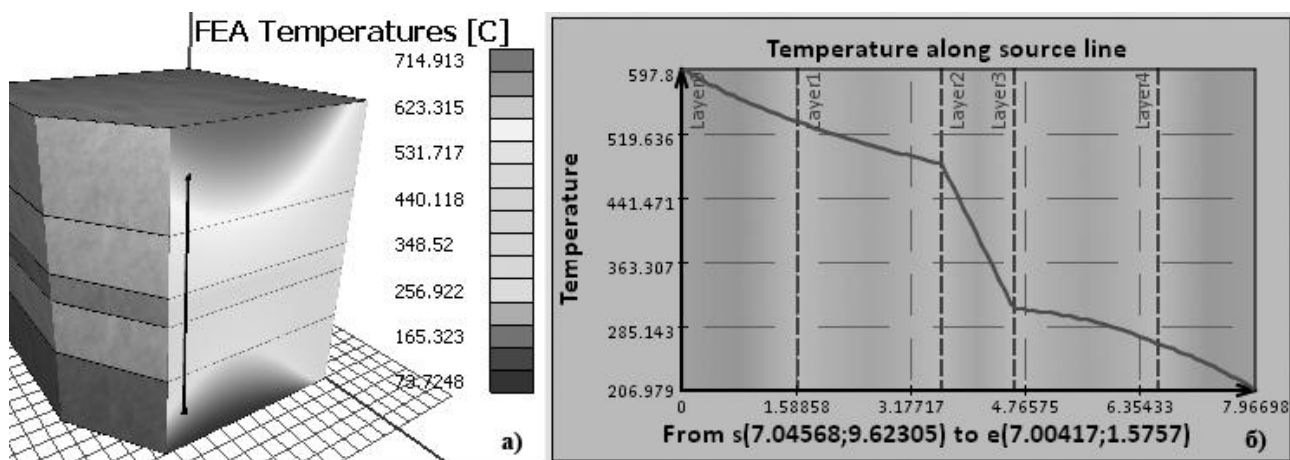


Рисунок 2 – Ізополе значень температури на грані композиту (а) і графік зміни температури вздовж прямої, заданої користувачем (б)

Список використаних джерел

1. Robert S. Laramée. Effective visualization of heat transfer [Електронний ресурс] / Department of Computer Science, University of Wales, Swansea, UK , 2006

УДК 681.3.06

НЕЧІТКА МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПОРТФЕЛЯ ФІРМИ

Карачок М.М., Данилюк Л.В.

Тернопільський національний економічний університет

Планування напрямків фінансового інвестування є важливою задачею як для інституційних, так і для не інституційних інвесторів, оскільки для перших такі інвестиції є альтернативним напрямком