

АЛГОРИТМІЧНІ ПІДХОДИ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ ПОРІВНЯННЯ МІКРОСТРУКТУР МАТЕРІАЛІВ

Гріцкова В.І., Семененко О.С., Шаповалова М. І., Водка О. О.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Дослідження та відтворення мікроструктур матеріалів відіграють важливу роль для широкого спектру задач різних галузей. Аналіз та порівняння мікроструктурних параметрів, особливо у тривимірні постановці, забезпечує глибше розуміння і надає можливість прогнозування властивостей матеріалів. Однак викликом є порівняння таких структур з реальними матеріалами.

Для комп'ютерного моделювання процесу кристалізації та генерування мікроструктур у роботі було розроблено спеціальний застосунок MatViz3D. Основними переваги якого є: тривимірна генерація мікроструктур, що дозволяє отримувати детальні та реалістичні зображення структури матеріалу, можливість проведення вибору сусідства клітин для урізноманітнення генерації, та спостереження за поетапним процесом кристалізації. Загалом, MatViz3D є потужним інструментом для моделювання, аналізу та візуалізації мікроструктур матеріалів з використанням різноманітних підходів та методів.

Для порівняння експериментальних та згенерованих структур були визначені: нормалізована площа зерна, коефіцієнт форми зерна, еквівалентний радіус кола зерна, кут орієнтації, масштабний коефіцієнт, відношення площі до вісей зерна, коефіцієнт компактності, відношення площі до осей зерна, відношення тензора інерції до площі зерна. Для вирішення проблеми сумісності існуючих алгоритмів обробки зображень з тривимірними мікроструктурами використовується розбиття такої структури на шари з однаковою товщиною перед аналізом властивостей зерна.

Основна частина дослідження полягає у розрахунку та візуалізації статистичних характеристик для результатів аналізу властивостей зерна. Для кожної характеристики розраховані середнє значення, стандартне відхилення, медіана, мода, діапазон та інтерквартильний діапазон. Отримані дані візуалізуються за допомогою скрипкових діаграм, що дозволяє порівняти розподіл значень властивостей зерен у згенерованих та реальних структурах.

У результаті дослідження було розроблено та успішно протестовано алгоритми обробки зображень для автоматичного виявлення зерен у мікроструктурі матеріалів. Визначені ключові безрозмірні характеристики зерен, які найбільш підходять для ефективного порівняння мікроструктур, та виявлено, що характеристики, обчислені на основі периметра зерна, мають більшу похибку. Представлений алгоритм порівняння розподілів характеристик зерна на основі аналізу скрипкових діаграм. Отримані результати є важливим кроком у розвитку методів обробки зображень та віртуальної реконструкції мікроструктур, які можуть бути використані для подальших досліджень у матеріалознавстві та механіці для отримання нових знань та розробки нових матеріалів з покращеними властивостями.