

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ГЕОМЕТРИЧНОГО ПРОЄКТУВАННЯ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ШТУЧНИХ КЕРНІВ

Ю.Г. СТОЯН, Т.Є. РОМАНОВА,
О.В. КРАВЧЕНКО, А.М. ЧУГАЙ,
Інститут проблем машинобудування
НАН України, tarom27@yahoo.com

З.А. ДУРЯГІНА,
Національний університет «Львівська
політехніка», zduriagina@ukr.net

Анотація. Розглядається нестандартна задача компоновання тривимірних об'єктів для формування вихідної бази даних при виготовленні штучних кернів із заздалегідь заданою будовою та фільтраційно-ємнісними характеристиками. Для розробки математичної моделі застосовується метод ρ -функцій. Для пошуку локальних екстремумів запропоновано методологію, яка базується на стратегії мультистарту, оригінальних методах побудови допустимих стартових точок та алгоритмах декомпозиції.

Ключові слова: геометричне проектування, метод ρ -функцій, математичне моделювання, нелінійна оптимізація, пористість, штучний керн

Оптимізаційні задачі геометричного проектування (зокрема задачі компоновання) належать до класу NP-складних. Побудова математичних моделей цих задач є предметом досліджень обчислювальної геометрії, в той час як методи їх розв'язання – теорії дослідження операцій.

У даній роботі розглядається нестандартна задача компоновання тривимірних об'єктів у циліндричному контейнері мінімального об'єму. Об'єкти мають сферичну та несферичну просторову форму (еліпсоїди, багатогранники, сфероциліндри, сферокубоїди), змінні метричні характеристики та параметри розміщення (вектори

трансляції та кути обертання). Допускаються афінні перетворення руху, розтягування та стиснення об'єктів. Задані статистичні вірогідності появи об'єктів кожної просторової форми та розміру. Для аналітичного опису умов розміщення (неперетин об'єктів та включення об'єктів у контейнер) застосовується метод ϕ -функцій (див., наприклад, [1-3]). Будується математична модель у вигляді неперервної задачі нелінійного програмування. Для пошуку локальних екстремумів оптимізаційної задачі компоновання тривимірних об'єктів запропоновано методологію, яка базується на стратегії мультістарту, оригінальних методах побудови допустимих стартових точок (з застосуванням гомотетичних перетворень об'єктів) та алгоритмах декомпозиції, які дозволяють звести задачу великої розмірності до послідовності задач значно меншої розмірності.

Одним з прикладів актуального використання запропонованої методології є створення, так званого, "цифрового керну" гірської породи продуктивного горизонту нафти або газу. Впровадження нових комплексних термобарохімічних технологій інтенсифікації видобутку вуглеводнів, визначення найбільш ефективних режимів їх використання в залежності від геолого-фізичних характеристик продуктивного пласту та з'ясування причин зниження дебіту, практично неможливо без проведення експериментальних досліджень з використанням природних або штучних кернів гірської породи [4]. Природні керни продуктивних пластів коштовні та дефіцитні, оскільки їх можна вилучити тільки на етапі буріння або розвідки свердловин. Тому альтернативою використання в дослідженнях є їх аналоги – штучні керни, які спеціально виготовляються в лабораторних умовах на основі попередньо проведеного моделювання.

Застосування запропонованої математичної моделі пористого середовища дозволить враховувати дисперсність, форму та питому кількість часток окремих мінералогічних фракцій. Уніфікація створеної моделі полягатиме в розширенні експериментальної бази даних за рахунок оцінки структурно-геометричних параметрів мікроструктури досліджуваних порід, проведенні порометрії, гранулометричного, рентгено-люмінесцентного та рентгеноструктурного фазового аналізу [5].

Отже запропонований підхід може бути використано для формування вихідної бази даних при виготовленні штучних кернів із заздалегідь заданою будовою та фільтраційно-ємнісними характеристиками.

Литература

1. Romanova T., Bennell J., Stoyan Y., Pankratov A. Packing of concave polyhedra with continuous rotations using nonlinear optimization. *European Journal of Operational Research*. 2018. Vol. 268. Is. 1. P. 37–53.
2. Romanova, T., Litvinchev, I., Pankratov, A. (2020). Packing ellipsoids in an optimized cylinder, *European Journal of Operational Research*, 285(2), 429–443.
3. Stoyan Y., Romanova T., Pankratov A., Chugay A. Optimized object packings using quasi-phi-functions. *Optimized Packings with Applications*. G. Fasano, J. Pintér (eds). SOIA. Springer, 2015. Vol 105. P. 265–293.
4. Kravchenko O., Veligotskyi D., Bashtovyi A., Veligotska Yu. Improving the controllability and effectiveness of the chemical-technological process of the technology for hydrogen thermobaric chemical stimulation of hydrocarbon recovery. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. – Vol. 6.– № 12 (102), P.P. 57–86.
5. Duriagina Z.A., Lemishka I.A., Trostianchyn A.M., Kulyk V.V., Shvachko S.G., Tepla T.L., Pleshakov E.I., Kovbasyuk T.M. The Effect of Morphology and Particle-Size Distribution of VT20 Titanium Alloy Powders on the Mechanical Properties of Deposited Coatings // *Powder Metallurgy and Metal Ceramics*. – 2019. – 57, № 11-12. – P. 697–702.