

УДК 621.762:669.017.3

Фасоляк А.В.¹, Єршов А.М.²

¹ канд. фіз.-мат. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² аспірант каф. «ТАД» НУ «Запорізька політехніка»

ОЦІНКА ПРУЖНИХ ТА МІЦНІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОРИСТИХ МАТЕРІАЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

На сьогодні технології порошкової металургії широко застосовуються у різних галузях промисловості, що зумовлено передусім їх високою економічною ефективністю та можливістю отримання виробів складної форми з мінімальними витратами матеріалу. Водночас механічні характеристики спечених матеріалів, зокрема показники міцності та пластичності, як правило, поступаються аналогічним властивостям деформованих або литих сплавів. Ключовим чинником, що зумовлює таке зниження експлуатаційних властивостей, є наявність залишкової пористості, яка формується у процесі спікання та суттєво впливає на поведінку матеріалу під навантаженням.

У сучасних наукових дослідженнях запропоновано значну кількість підходів і моделей для оцінювання впливу пористості на механічні характеристики порошкових матеріалів. Проте більшість із них базується на урахуванні лише інтегрального показника — об'ємної частки пор. При цьому такі важливі чинники, як форма пор, їх геометричні особливості, просторовий розподіл і характер взаємного розташування, як правило, ігноруються або враховуються спрощено [1]. Подібні припущення істотно обмежують точність прогнозування міцнісних характеристик і знижують надійність оцінки ресурсу виробів ще на стадії проектування. У зв'язку з цим актуальною є розробка більш досконалих підходів, які дозволяють комплексно враховувати структурні особливості пористого середовища.

Одним із перспективних напрямів є використання методу гомогенізації в поєднанні з методом скінченних елементів (МСЕ) [2]. Суть підходу полягає у побудові репрезентативного об'єму матеріалу (Representative Volume Element, RVE), який відтворює характерну мікроструктуру з урахуванням реального або статистично згенерованого розподілу пор. Такий об'єм може формуватися на основі експериментальних даних, отриманих методами мікроструктурного аналізу, або шляхом чисельного моделювання.

Застосування МСЕ до аналізу RVE дає можливість визначати ефективні пружні характеристики матеріалу, зокрема модуль Юнга, коефіцієнт Пуассона та модуль зсуву, які узагальнено враховують вплив пористості. Важливою перевагою такого підходу є можливість врахування складної

геометрії пор, їх взаємодії, кластеризації, а також потенційної анізотропії структури. Це, у свою чергу, забезпечує більш точне відтворення реальної механічної поведінки пористих матеріалів і підвищує достовірність інженерних розрахунків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Pavlenko D., Dvirnyk Y., Przysowa R. Advanced materials and technologies for compressor blades of small turbofan engines. Aerospace. 2021. Vol. 8, no. 1. URL: <https://doi.org/10.3390/aerospace8010001>
2. Xi Y., Wang L., Gao Y., Lei D. Numerical investigation on effective elastic modulus of multifractal porous materials. Fractal and Fractional. 2023. Vol. 7, no. 3. URL: <https://doi.org/10.3390/fractalfract7010003>