Список посилань

1. Milman Yu.V. Plasticity of Materials Determined by the Indentation Method [Текст] / Yu.V. Milman, S.I. Chugunova, I.V. Goncharova, A.A.Golubenko // Prog. Phys. Met., 2018. – Vol. 19, No. 3. – P. 271 – 308. https://doi.org/10.15407/ufm.19.03.271
2. Galanov B.A. Application of the Improved Inclusion Core Model of the Indentation Process for the Determination of Mechanical Properties of Materials [Текст] / B.A. Galanov, Yu.V. Milman, S.I. Chugunova, I.V. Goncharova, I.V. Voskoboinik // Crystals, 2017. – Vol. 7(3). – P. 48 – 60. https://doi.org/10.3390/cryst7030087

УДК 621.762:004

Казимиренко Ю.О., докт. техн. наук, професор
yuliia.kazymyrenko@nuos.edu.ua
Дрозд О.В., канд. техн. наук, доцент
oksana.drozd@nuos.edu.ua
Хоменко Б.А., аспірант
booohdaaan@gmail.com
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Актуальність роботи зумовлена потребами розвитку матеріально-технічного забезпечення для організації технологічних процесів виготовлення та обробки порошкових матеріалів. Дослідження і контролювання процесів структуроутворення на всіх етапах їх формування є важливою науково-технічною задачею, для вирішення якої застосовуються методи моделювання структури, властивостей, технологічних циклів з побудовою фізичних, геометричних, математичних, комп'ютерних моделей, як це проаналізовано у роботах [1-3]. Кожна з моделей має за мету наочний опис певного процесу, який є лише окремою складовою технічної задачі отримання матеріалу. Узагальненими вихідними даними для побудови моделі можуть бути:

- вид вихідного порошку (металевий, скляний, керамічний, полімерний або використання порошкової суміші) та його хімічний склад;
- «історія» – метод одержання порошку, попередня обробка, походження, якщо порошок одержано шляхом переробки виробничих або інших відходів;
- метод формування заготівки;
- технологічні режими формування заготівки;
- «температурна мапа» процесу спікання – атмосфера, графік поетапного підйому температури з ізотермічною витримкою на кожному з етапів;
- вид додаткової обробки (за необхідністю) – калібрування, хіміко-термічна обробка, просочення тощо.

Важливим технологічним етапом, на якому укладаються структурні характеристики (пористість, геометрія поверхні поділу між частинками) майбутнього матеріалу, є формування заготівки, яке може відбуватися у «холодному», «теплому» або гарячому стані. В табл 1 розглянуті моделі процесів пластичного деформування різних видів порошків та їх сумішей. Для складання інформації використано досвід, викладений в роботах [4-7], у яких висвітлено процеси холодного деформування порошків електролітичної міді, порошку, отриманого механічним здрібненням мідної стружки, гарячого пресування скляних порошків (на прикладі скляних мікросфер, їх сумішей з порошками металів (алюмінію, бронзи, бабітом); розглянуто вплив матеріалів прес-форм (сталева, керамічна, графітова) та проаналізовано основні види дефектів.

Таблиця 1 – Моделі процесів пластичного деформування порошкових матеріалів [складено авторами]

Модель	Мета побудови моделі і практичні результати	Методи
Фізична модель	Визначення мікропластичних характеристик порошків та напружень на граничних ділянках	Постановка і розв'язання задач мікромеханіки для структурно-неоднорідних середовищ
Геометрична модель	Аналіз геометрії пор та контактного перешийку між частинками	Обробка результатів мікроструктурних досліджень з формуванням фрактальних областей
Математична модель	Дослідження термодеформаційних процесів у режимі реального часу	Постановка і розв'язання спряженої задачі з використанням експериментально отриманих кінетичних кривих усадки
Комп'ютерна модель	Оптимізація технологічних параметрів залежно від цільових властивостей матеріалу	Декомпозиція задачі з побудовою регресійних рівнянь на підставі статистичної обробки експериментальних результатів

Результати роботи можуть бути використані для розробки та удосконалення технологій виготовлення порошкових матеріалів з урахуванням впливу температури на процеси їх пластичного деформування. Перспективи подальших досліджень пов'язані з узагальненням результатів теоретично-експериментальних досліджень авторів.

Список посилань

1. Розробка програмного забезпечення для моделювання та візуалізації мікроструктури матеріалу методом клітинних автоматів [Текст] / О. О. Водка, М. І. Шаповалова, Л. В. Розова, В. І. Грицкова [та ін] // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Динаміка і міцність машин. – 2023. – № 1. – С. 81-87.

2. Плоский В. О. Геометричне моделювання структури іонних кристалів [Текст] / В. О. Плоский, В. І. Скачко // Чернігівський науковий часопис Чернігівського державного інституту економіки і управління. Сер 2. «Техніка і природа». – 2012. – Вип.2. – С. 100-106.

3. Погребна Н. Е. Механічна стабільність матеріалів: навчальний посібник [Текст] / Н. Е. Погребна. – Дніпро : НМет АУ. – 2021. – 109 с.

4. Казимиренко Ю. О. Вибір матеріалів технологічного устаткування для виготовлення гарячепресованих порошкових виробів [Текст] / Ю. О. Казимиренко, В. О. Матюшин // Вчені записки Таврійського університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. – 2024. – Том 35 (74). – № 3, частина 1. С. 1-8.

5. Формування каркасної структури пресовок з порошку та стружки міді [Текст] / Ю. О. Казимиренко, Н. Ю. Лебедєва, Д. В. Довженко, М. С. Риженко // Вчені записки Таврійського університету імені В. І. Вернадського . Серія: Технічні науки. – 2024. – Том 35 (74). – № 4. –С. 8-12.

6. Казимиренко Ю. О. Комп'ютерне моделювання розподілу температур спікання скляних мікросфер [Текст] / Ю. О. Казимиренко, О. В. Гайдаєнко // Пи тання хімії та хімічної технології (*Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii) –2024. – № 3. –С. 67-74.*

7. Kazymyrenko Yu. Glass microspheres thermo-deformation sintering processes in the technologies of obtaining materials for underwater technical equipment [Text] / Yu. Kazymyrenko, N. Solomoniuk, O. Drozd // POLISH MARITIME RESEARCH. – 2023. – №3 (119). – Vol. 30. – Pp. 174-180.