

УДК 669.295:621.793.71

Кирилах С.В.¹, Завгородній О.В.², Білоник І.М.³

¹ асп. НУ «Запорізька політехніка»

² асп. НУ «Запорізька політехніка»

³ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ОТРИМАННЯ ТИТАНОВИХ ПОРОШКІВ ДЛЯ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Одним з найперспективніших і стрімко розвиваючих напрямів розвитку світової промисловості в останні роки стали адитивні технології (АТ). Серед основних переваг АТ можна виділити те, що за допомогою автоматизованого комп'ютерного управління з'являється можливість пошарового виготовлення нового виробу або відновлення пошкодженої частини виробу після експлуатації з його тривимірної 3D моделі.

Одним з найбільш активно, що розвиваються напрямів виготовлення деталей ГТД складної конфігурації з титанових сплавів є адитивні технології (від англійської Additive Fabrication або Additive Manufacturing – АМ). Деталі виготовляють шляхом формування шару матеріалу, з наступним затвердінням та фіксацією цього шару відповідно до конфігурації перерізу САD-моделі.

Для виготовлення деталей методами АМ як витратний матеріал переважно застосовуються порошки з необхідними параметрами: хімічний склад, розміри та сферична форма частинок. Необхідні розміри частинок та сферичну форму порошків титанових сплавів одержують за допомогою різноманітних технологій атомізації, які ґрунтуються на процесах розпилення металу з розплавленої титанової заготовки.

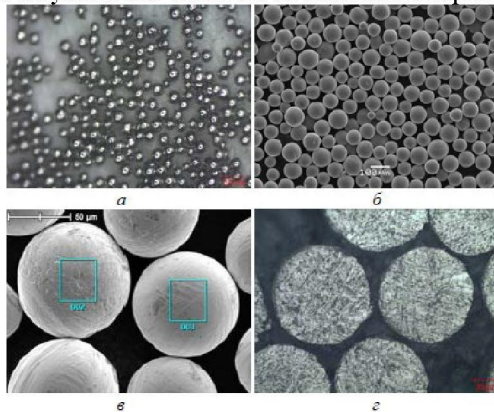
До сучасних методів отримання титанових порошків відносяться такі, як: гідрування-дегідрування з титану губчастого, диспергування розплавів, електрохімічного відновлення оксидів металів, FFC, OS, EMR и PRP, розпилення певного розплаву, гідрометалургійні методи (у тому числі автоклавний та карбонільний), електроліз водних та соляних розчинів, дифузійне насичення з точкових джерел, подрібнення твердих речовин. Потенційні переваги цих методів: найбільш продуктивні, економічні (низька собівартість) та ефективні методи отримання дрібних та середніх порошків металів, мають сферичну форму та дрібнодисперсну структуру порошку. Головним недоліком цих методів є необхідність використання дорогого і складного устаткування.

Одним із найбільш перспективних методів отримання титанових порошків є відцентрово-плазмове розпилення (метод PREP – Plasma Rotate Electrode Process – з міжнародної класифікації). Даний метод полягає у тому, що електрод з розпилюваного сплаву обертається навколо горизонтальної осі,

а його вільний кінець розплавляють за допомогою електричної дуги. Краплі розплавленого металу зриваються з електрода і кристалізуються у вільному падінні до зіткнення зі стінками камери розпилення. В цій камері є захисне інертне середовище (або вакуум), що дозволяє отримувати порошки з високою чистотою поверхні. Частинки, отриманого в такий спосіб порошку, мають сферичну форму. Середній розмір цих частинок залежить від технологічних параметрів розпилення та відповідає інтервалу розмірів 40...200 мкм.

Аналіз порошоків, отриманих методом відцентрового розпилення:

- суттєво нижче вміст кисню;
- вищий коефіцієнт однорідності частинок (для фракцій -70 і -100 мкм);
- нижчі значення питомої поверхні частинок; вище значення пікнометричної та насипної щільності. Це підтверджує більш високі показники щільності упаковки частинок та їх низькій пористості.



а,б,в – зовнішній вигляд; г – структура.

Рисунок 1 – Зовнішній вигляд та структура титанових порошкових матеріалів сферичної форми, отриманих методом плазмового відцентрового розпилення

Крім того, можна застосувати активний вплив атмосфери на властивості отриманих порошоків. Метод розпилення рідкого металу з використанням води, азоту, аргону або їх комбінації, а також відновлення оксидів металів у водні або з використанням вуглецю дають можливість отримати порошки з високим рівнем фізичних та механічних властивостей. Встановлено, що порошки мають розвинену поверхню, характерну для титану губчатого, з мінімальною сумарною поверхнею, що позитивно позначається на здатності до наступного спікання. В результаті таких технологічних процесів порошки мають ідеальну сферичну форму, в них відсутні сателіти та внутрішні пори, з необхідним гранулометричним складом (40-100 мкм) для адитивних технологій.