

Д-р техн. наук З. А. Дурягіна¹, канд. техн. наук А. М. Тростяничин¹,

І. А. Лемішка¹, О. А. Джуган²

¹Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

²Запорізький національний технічний університет, м. Запоріжжя

ГРАНУЛОМЕТРИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРОШКУ ТИТАНОВОГО СПЛАВУ VT6, ОТРИМАНОВОГО МЕТОДОМ ВІДЦЕНТРОВОГО ПЛАЗМОВОГО РОЗПИЛЕННЯ ЕЛЕКТРОДУ

Методами гранулометричного аналізу проведено дослідження порошку сплаву VT6, отриманого методом відцентрового плазмового розпилення. Показано, що частинки порошку після просіювання характеризуються незначним розкидом за розмірами в границях фракції. Встановлено, що ступінь неоднорідності в досліджуваних фракціях не перевищує 15 %.

Ключові слова: титан, сплав, порошок, форма, сфера, розмір, фракція.

Вступ

Необхідність економії матеріальних ресурсів та зниження собівартості продукції вимагає від підприємств-виробників та переробників титану та сплавів на його основі, вдосконалення існуючих технологій формоутворення виробів та впровадження нових високоефективних рішень.

Останнім часом у таких високотехнологічних галузях, як авіа- та аерокосмічна промисловість, спостерігається значна інтенсифікація досліджень з розроблення нових технологічних підходів отримання дороговартісних деталей з використанням адитивних технологій (технологій 3D друку). Такий підхід ґрунтується на шаровому формуванні об'єктів, при цьому на початковому етапі кожен новий шар майбутньої деталі являє собою порошкову фракцію, що складається з однакових або різних за формою частинок металевих матеріалів. Вважається, що оптимальними за формою частинками є сфероїди приблизно однакового розміру [1]. Разом з тим, на цей час отримання порошків зі сферичною формою частинок утруднене [2]. Саме тому важливим є оптимізація параметрів технологічного процесу з метою усунення дефектів із поверхні, а також досягнення максимально можливого ступеню однорідності сферичних частинок порошку.

У цій роботі досліджено гранулометричні характеристики сферичного порошку сплаву VT6, отриманого за допомогою методу плазмового розпилення електроду [3]. Оптимізація таких властивостей як висока міцність, мала густина та хороша корозійна стійкість, робить ці порошки одними з найбільш перспективних та досліджуваних матеріалів для адитивних технологій.

Методика досліджень

Попередній розподіл порошку за фракціями виконувався за допомогою ситового методу згідно з ГОСТ Р 51568-99 [4].

Металографічні дослідження морфології порошку виконувалися з використанням сканувального електронного мікроскопа EVO 40XVP. Пробу для випробувань ретельно перемішували на склі, розсипали смугою певної довжини і розділяли на 7–8 приблизно рівних частин. Парні частини відкидали, а непарні змішували і повторно скорочували подібним чином. Далі пробу порошку наносили на електропровідну клейку стрічку. Дослідження проводилися за збільшення 50 та 100 разів.

Гранулометричний аналіз виконували за допомогою спеціалізованого матеріалознавчого комплексу аналізу зображень ImageJ [5].

Ступінь неоднорідності (полідисперсність) порошку, що залежить від двох параметрів: середнього розміру домінуючих частинок у певній фракції та стандартного відхилення розміру частинок порошку від їх середнього розміру [6], визначалася методом побудови кривої Гауса на основі гістограми розподілу частинок у певній фракції [7].

Результати досліджень

Згідно з результатами металографічного аналізу порошок сплаву VT6 після відцентрового плазмового розпилення характеризується бездефектною глобулярною будовою (рис. 1а, в).

Дослідження проводилися для титанових порошків фракцій 250 та 160 мкм, отриманих у результаті просіювання ситовим методом, які характеризуються незначним розкидом частинок за розмірами (рис. 1б, г, 2).

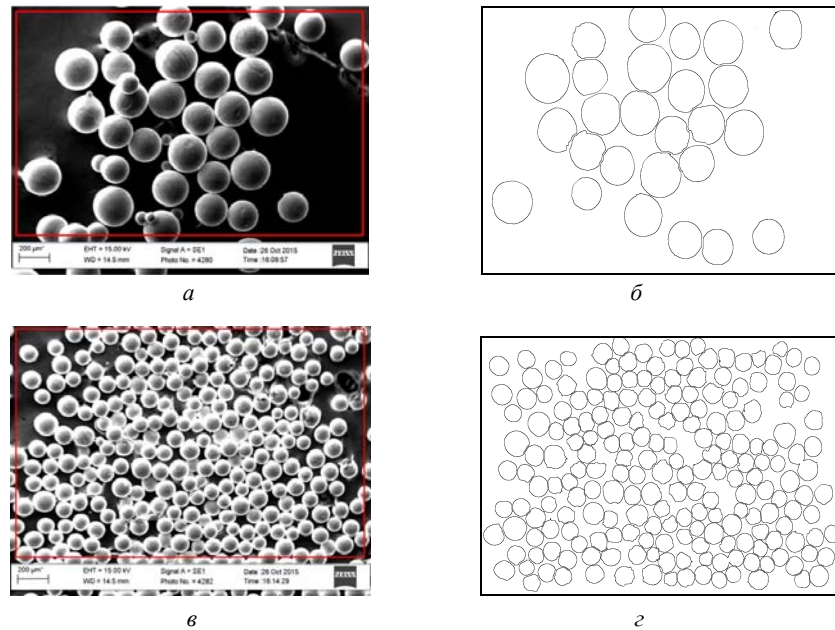


Рис. 1. Морфологія порошку сплаву ВТ6 після сфероїзації методом відцентрового плазмового розпилення (а, в); трансформоване зображення частинок у програмі ImageJ (б, г). Фракції: а, б – 250 мкм; в, г – 160 мкм

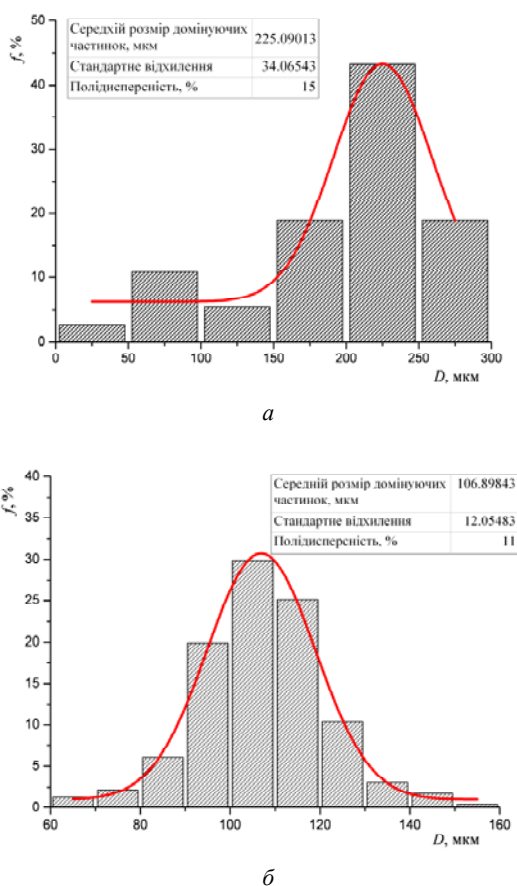


Рис. 2. Крива Гауса побудована на основі гістограми розподілу частинок порошку сплаву ВТ6 після сфероїзації методом відцентрового плазмового розпилення. Фракції: а – 250 мкм; б – 160 мкм

Згідно з гістограмою розподілу частинок порошку сплаву ВТ6, встановлено, що у фракції 250 мкм домінуючими є частинки із середнім діаметром 220–230 мкм, а у фракції 160 мкм середній діаметр домінуючих частинок становить 100–110 мкм (рис. 2).

Висновки

За результатами гранулометричного аналізу порошку сплаву ВТ6, що отриманий методом відцентрового плазмового розпилення, виявлено незначний розкид частинок за розмірами після просіювання ситовим методом у межах однієї фракції. Однак необхідно врахувати, що згідно з гістограмою розподілу частинок порошку сплаву ВТ6 відхилення по відношенню до середнього розміру домінуючих частинок в досліджуваних фракціях є рівномірним та поступовим.

Встановлено, що ступінь неоднорідності в досліджуваних фракціях не перевищує 15%.

Список литературы

1. Gibson I. Additive Manufacturing Technologies / Gibson I., Rosen D., Stucker B. -2nd ed. p/cm. ISBN 978-1-4939-2112-6. – Georgia Institute of Technology, 2015. – 498 p.
2. Зленко М. А. Аддитивные технологии в машиностроении / Зленко М. А., Попович А. А., Мутьлина И. Н. – Санкт-Петербург : Издательство политехнического университета, 2013. – 221 с.
3. Donachie M. Super alloys: a technical guide / M. Donachie, Jr., S. Donachie. -2nd ed. p/cm. ISBN 0-87170-749-7. ASM International. 2002.
4. ГОСТ Р 51568-99 (ИСО 3310-1-90). Сита лабораторные. Технические требования и методы испытаний. Часть 1. Сита лабораторные из металлической проволочной сетки. – М. : Изд-во стандартов, 1999. – 7 с.

5. Колюхов А. Л. Руководство к использованию программного комплекса ImageJ для обработки изображений : учебное методическое пособие / Колюхов А. Л. – Томск : кафедра ТУ, ТУСУР, 2012. – 105 с.
6. Walpole Roland E. Probability and Statistics for Engineers and Scientists / Walpole Roland E., Myers Raymond H. – 3-th. edition, Macmillan Publishing Company. – New York, 1985. – 639 p. – ISBN 0-02-424170-9.
7. <http://www.originlab.com/doc/User-Guide> (дата звернення 02. 01.16).

Одержано 16.12.2016

Дурягина З.А., Тростянчин А.Н., Лемишка И.А., Джуган А.А. Гранулометрические характеристики порошка титанового сплава VT6, полученного методом центробежного плазменного распыления электрода

Методами гранулометрического анализа проведено исследование порошка сплава VT6, полученного методом центробежной плазменной распыленности. Показано, что частицы порошка после просеивания характеризуются незначительным разбросом по размерам в пределах фракции. Установлено, что степень неоднородности в исследуемых фракциях не превышает 15 %.

Ключевые слова: титан, сплав, порошок, форма, сфера, размер, фракция.

Duriagina Z., Trostianchin A., Lemishka I., Dzhugan A. Granulometric characteristics of VT6 titanium alloy powder obtained by plasma rotation electrode process

Studies of VT6 alloy powder, obtained by centrifugal plasma spraying, by the methods of particle size analysis are presented. It is shown that the particle powder after sifting is characterized with slight scatter in size within a fraction. It is found that the degree of heterogeneity of the fractions in the test samples does not exceed 15 %.

Key words: titanium, alloys, powder, shape, sphere, size, fraction.
