

УДК 621.762

**ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗПОДІЛУ
МЕТАЛЕВИХ ПОРОШКІВ В ЕЛЕКТРОСТАТИЧНИХ КЛАСИФІКАТОРАХ**

© О.Д. Чаплінський, Я.О. Шахбазов

*Українська академія друкарства,
вул. Підголосько, 19, Львів, 79020, Україна*

Розглянуті технологічні можливості класифікації порошкових матеріалів в електростатичних полях високої напруги, які використовуються для виготовлення заготовок деталей машин.

Постановка проблеми. Прогрес в галузі енергетики, електроніки, мікропроцесорної техніки, машинобудування, ракетобудування та інших важливих галузях базується сьогодні на нових матеріалах і сплавах, які забезпечують виробам спеціальні властивості, що здатні забезпечити високі службові характеристики і надійну роботу устаткування і котрі важко досягнути при виготовленні звичайними методами: литтям, куванням, зварюванням. Такі матеріали і сплави одержують методами порошкової металургії.

Технологія порошкової металургії, будучи високорентабельною, гарантує значну економію металу, підвищення ресурсу роботи виробів, дає можливість повністю автоматизувати і механізувати виробництво. В промислово розвинутих країнах порошкова металургія суттєво випереджає за темпами зростання традиційні галузі виробництва металу.

Цим методом виготовляють різноманітні конструкційні деталі з різними фізико-механічними властивостями: щільністю, твердістю, міцністю, корозійною стійкістю, зносостійкістю, жаростійкістю та ін. Їх можна піддавати термічній і хіміко-термічній обробці, наносити на них захисні антикорозійні покриття, просочувати машинним маслом, металами й полімерами.

Сировиною для виготовлення конструкційних деталей є порошки заліза, вуглецевих і легованих сталей, бронз, латуней, міді, нікелю, титану та інших металів і сплавів.

Основним споживачем металевих порошків є автомобільна промисловість (до 70%). Широке застосування в автомобілебудуванні знаходять конструкційні вироби – ковані порошкові великогабаритні деталі: розподільчі вали, шатуни та ін. В Японії поряд з конструкційним розвиваються виробництво магнітних матеріалів, а також новий напрямок – аморфні матеріали, які володіють виключно високими службовими характеристиками.

Високі темпи розвитку виробництва металевих порошків досягнуті завдяки розробці більш дешевих і простих способів їх одержання, перш за все заліза, міді та сплавів на їх основі – основної сировини для порошкової технології, а також порошків алюмінію. Для виробництва металевих порошків, поряд з широко використовуваними методами відновлення оксидів, розпилення розплавів, елек-

тролізу, розкладу карбонілів, застосовуються такі способи як одержання порошків з парової фази, розпилення плавкого електроду, механічне легування порошків, розпилення розплаву із застосуванням ультразвуку, розмелювання стружок і використання порошкових сплавів, механічне подрібнення та ін. [1,2,3].

Мета досліджень. Провести аналіз вимог до якості порошкових матеріалів з метою розробки ефективного методу їх класифікації за розмірами та покращення гранулометричного складу.

Виклад основного матеріалу. Металеві порошки характеризуються рядом фізико-механічних і технологічних властивостей, до основних з яких відносять: форму частинок; розміри і розподіл частинок за розмірами (гранулометричний склад) і питому поверхню (дисперсність); твердість частинок; пікнометричну щільність частинок; ущільнюваність та консолідованість (формованість) порошку; текучість тощо.

Одним з основних факторів, що визначають якість спечених деталей, є гранулометричний склад вихідного матеріалу. Для одержання добре спресованої заготовки і після наступного спікання виробів із заданою пористістю необхідний порошок, який утворюються фракціями з певними розміром частинок і співвідношенням цих фракцій між собою.

Важливою умовою подальшого розвитку і удосконалення цієї галузі є забезпечення її сучасними машинами, придатними для ефективною класифікації вживаних матеріалів за розмірами з метою оптимізації їх гранулометричного складу. Одним з таких способів є класифікації тонкоподрібнених матеріалів [3,4], в основу якого закладений принцип переносу частинок матеріалу, що вільно падає, під дією сил електростатичного поля через вертикально розташовані електроди протилежної полярності, котрі виконані у вигляді калібрувальних поверхонь.

Існуючі стандарти [2,3] передбачають випуск металевих порошків, в яких регламентується склад і розміри частинок різних порошкових матеріалів в широких границях. Згідно з ними основні об'єми продуктів (до 50% за масою) концентруються в дрібних фракціях, а вихідний матеріал представляє собою фракцію – 1,0 (– 0,5) мм.

Залежно від мети виділення фракцій металевих порошків, технічні вимоги до гранулометричного складу обумовлюють для їх одержання застосування процесів:

1) попередньої класифікації (розподіл початкової маси матеріалу на дві частини з рівними або нерівними масами за попередньо заданим граничним розміром; границя розподілу не проходить через граничні або пилоподібні фракції) – одержані широкі фракції призначені для подальшого розподілу на більш вузькі фракції;

2) знепилювання – видаляються дрібні фракції, які заважають проведенню основних технологічних процесів (розподіл початкової маси матеріалу на дві частини з метою видалення фракцій пилу) – видалення фракцій – 0,1; – 0,08; – 0,063; – 0,040 або – 0,020 мм;

3) очищення від граничних фракцій – видаляються крупні фракції, які заважають проведенню основних технологічних процесів (розподіл початкової маси матеріалу на дві частини з метою видалення крупних частинок – граничний розмір може коливатись від 2,5 до 0,040 мм;

4) одержання готових продуктів – фракції є готовими товарними продуктами (розподіл початкової маси матеріалу на три і більше частин з метою видалення частинок пилю, крупних частинок і фракцій готових продуктів).

За аналогією з грохоченням, при електростатичній класифікації виділення фракцій різних розмірів може відбуватися одним з наступних способів:

- „від крупного до дрібного”, при якому вихідний матеріал послідовно розділяють, починаючи з крупних фракцій; готовий продукт отримують на ситці, по мірі виділення фракцій розміри вічок сит зменшуються; спосіб характеризується найменшим зносом сит, внаслідок відсутності контакту крупних частинок і великих мас матеріалу з дрібними ситами; спостерігається поступове, по мірі виділення фракцій, зменшення розмірів частинок матеріалу, що дозволяє підтримувати більш високу напруженість електростатичного поля і покращити показники класифікації, і деяке ускладнення початкової стадії класифікації через перенос великих мас матеріалу через електроди; з видаленням дрібних фракцій у верхній частині електродів умови відбору фракцій, розміри який близькі до розмірів вічок сит – покращуються;
- „від дрібного до крупного”, при якому вихідний матеріал розділяють, починаючи з самих дрібних фракцій, готовий продукт формують за ситкою, по мірі виділення фракцій розміри вічок сит збільшуються. Перевагою даного способу є відбір дрібних (пилоподібних) фракцій на початковій стадії, що підвищує ефективність наступних операцій розділення; до недоліків відносять значний знос і підвищене забивання сит; через наявність у вихідному матеріалі частинок крупних фракцій з незначним зменшенням концентрації матеріалу по довжині електродів, відбір дрібних фракцій відбувається при пониженій напруженості електростатичного поля;
- комбінованим, який полягає у послідовному використанні у процесі розділення вихідного матеріалу обох вищеназваних способів.

Крім наведених способів, процес класифікації характеризується кількістю стадій розділення. Так, при класифікації в одну стадію виділення фракцій відбувається послідовно з вихідної суміші одним з способів або їх комбінацією. При проведенні класифікації у дві стадії, на першій з них послідовно виділяються з вихідного матеріалу широкі фракції, які містять декілька більш вузьких фракцій, а на другій – послідовно виділяються вузькі фракції з кожної широкої фракції одним з способів на паралельно працюючих установках.

Значний інтерес при розробці варіантів технологічного процесу представляють схеми розташування секцій класифікації і руху технологічних потоків матеріалу, що класифікується.

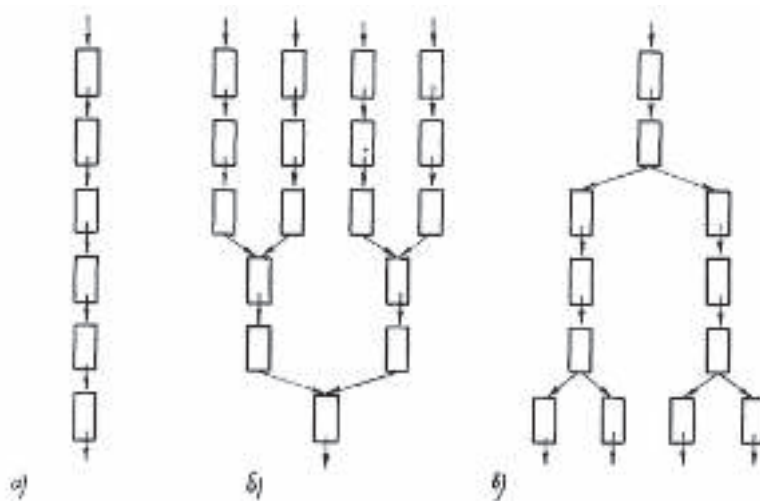


Рис.1. Схеми розташування секцій класифікації: а – блок класифікації; б, в – нитка

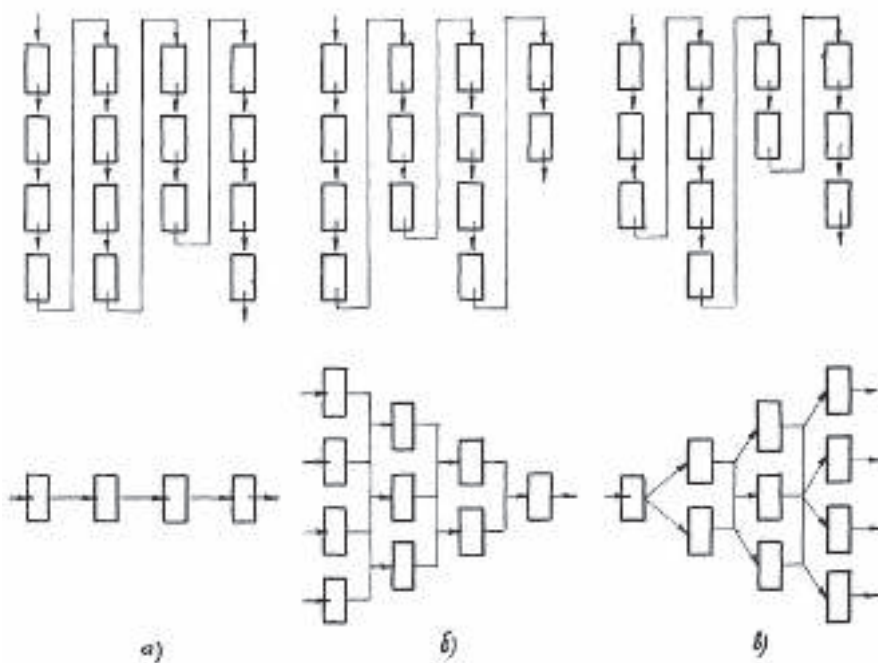


Рис.2. Схеми вертикального (верхній ряд) і горизонтального (нижній ряд) розташування секцій класифікації: а – без зміни подачі матеріалу; б – із збільшенням подачі матеріалу; в – із зменшенням подачі матеріалу

Секція класифікації розділює матеріал на два продукти. Для зручності опису технологічних схем розташування секцій вводимо наступні поняття.

Блок класифікації (рис. 1, а) представляє собою групу секцій, в якій основний технологічний потік матеріалу рухається без об'єднання (з іншими ідентичними технологічними потоками) або розділення (на дрібні технологічні потоки).

Нитка – група секцій класифікації (рис. 1, б, в), яка виконує повне розділення вихідного матеріалу за фракціями. Може складатися з декількох блоків. При розділенні матеріалу за фракціями без об'єднання або розгалуження рухомих транспортних потоків, нитка може бути представлена одним блоком.

Лінія класифікації – група секцій класифікації, яка забезпечує класифікацію всієї маси вихідного матеріалу за фракціями. У її склад входить одна або декілька ниток.

Секції класифікації (рис.2) можуть бути розташовані вертикально (на різних рівнях) і горизонтально (на одному рівні).

При вертикальному розташуванні (рис.2, верхній ряд) секції класифікації встановлюють одна під одною і зв'язують між собою перерозподільвальними пристроями; передача продуктів з однієї секції в іншу і вивід готових продуктів здійснюється самоплином.

При горизонтальному розташуванні (рис.2, нижній ряд) секції класифікації встановлюють на одному рівні, з кожної секції виводять готовий і проміжків продукт, який подають у наступні камери сепарації за допомогою транспортувальних пристроїв.

Розташування секцій класифікації за схемою рис. 2, б можна застосовувати у тому випадку, коли подачу у наступних секціях при необхідності слід підтримувати на більш високому рівні, ніж це можливо за схемою рис. 2, а. Схема передбачає об'єднання ідентичних транспортних потоків.

Розташування секцій класифікації за схемою рис. 2, в застосовують у тому випадку, коли подачу у наступних секціях необхідно підтримувати на більш низькому рівні, ніж це можливо за семою рис. 2, а. Схема передбачає розділення основного технологічного потоку на певну кількість частин.

Схеми наведені на рис. 1, б, в, в порівнянні зі схемою, наведеною на рис. 1, а, мають більш широкі можливості по оптимізації розділення у кожній секції класифікації.

Переваги схеми горизонтального розташування полягають у відсутності потреби у високих виробничих приміщеннях, додаткових площах обслуговування та ін. Недоліки – необхідність транспортувальних пристроїв для передачі промпродуктів з однієї секції в іншу.

При комбінованому розташуванні за схемами, наведеними на рис. 2, передбачають формування секцій у блоки класифікації. Передача матеріалів всередині секцій здійснюється самоплином, кількість секцій визначають виробничими умовами (наявність площ, висота приміщень). В порівнянні зі схемами вертикального і горизонтального розташування комбіновані схеми володіють більш широкими можливостями по оптимізації розділення у кожній секції і на всій лінії в цілому.

Всі описані вище схеми передбачають безперервний рух матеріалу у блоках класифікації без накопичування його у бункерах живильників кожної з секцій.

Єдиний живильник знаходиться на першій технологічній секції блоку. При значній залежності результатів розділення від подачі, різкі коливання якої можуть виникати через непостійність гранулометричного складу вихідного матеріалу, кожна з секцій або деякі з них оснащують додатковими живильниками з бункерами-накопичувачами, які забезпечують досить вузький діапазон зміни подачі.

Висновки. Розроблені технологічні схеми з модульних блоків електростатичних класифікаторів та способи їх компонування в лінії класифікації з горизонтальним, вертикальним або комбінованим розміщенням, що визначається числом фракцій, що виділяються, виробничою програмою, вимогами до фракційного складу готових продуктів, технологією поділу і властивостями вихідного матеріалу.

Список використаних джерел

1. Ничипоренко О.С. Современное состояние производства металлических порошков в СССР и перспективы их использования в народном хозяйстве // Порошковая металлургия, 1990. – № 9. – С.1-11.
2. Бальшин М.Ю., Кипарисов С.С. Основы порошковой металлургии. – М.: Металлургия, 1978. – 184 с.
3. Порошковая металлургия: История. Современное состояние. Перспективы / Отв.ред. И.Н.Францевич, В.И.Трефилов. – М.: Наука, 1986. – 296 с.
4. Виксман Е.С., Чаплинский А.Д., Шнайдер Д.Н. Электростатические классификаторы для дисперсных материалов // Электронная обработка материалов, 1991. - № 4. - С. 66-70.
5. Чаплинский А.Д. Возможности и перспективы использования способа электростатической классификации дисперсных материалов // Электронная обработка материалов, 1992. - №2. - С. 15-18.
6. Чаплінський О., Шахбазов Я., Чаплінський Д. Технологія класифікації порошкових матеріалів з використанням енергії електростатичних полів // Машинознавство, 2004. – №2. – С.52-54.

References

1. Nichiporenko O.S. (1990). Sovremennoe sostoianie proizvodstva metallicheskih poroshkov v SSSR i perspektivy ih ispolzovania v narodnom hoziastve//Poroshkovaia metalurqia–№9.– S. 1–11. (in Russian)
2. Balshin M.Iu, Kiparisov S.S. (1978). Osnovi poroshkovoï metallurgii. – М.: Metallurgia– 184 s. (in Russian)
3. Poroshkovaia metallurqia: (1986). Istoria. Sovremennoe sostoianie. Perspektivi/Otv. red.I.N.Francevich, V.I.Trefilov. – М.:Nauka– 296 s. (in Russian)
4. Viksman E.S., Chaplinsky A.D., Shnaider D.N. (1991). Elektrostatische klassifikatory dlia dispersnih materialov//Elektronnaia obrabotka materialov–№4. – S. 66–70 (in Russian)
5. Chaplinsky A.D. (1992). Vozmognosti I perspektivy ispolzovania sposoba elektrostatischekoi klassifikacii dispersnih materialov//Elektronnaia obrabotka materialov–№2. – S. 15–18. (in Russian)
6. Chaplinsky O., Shakhbazov Ya., Chaplinsky D. (2004). Tehnoloqia klassifikacii poroshkovih materialov z vikoristaniem energii elektrostatichnih poliv// Mashinoznnavstvo– №2.– S. 52–54. (in Ukrainian)

**TECHNOLOGICAL MAINTANENCE OF EFFICIENCY OF METALLIC
POWDERS DISTRIBUTION IN ELECTROSTATIC CLASSIFIERS**

O.Chaplinsky, Ja. Shahbazov
*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine
shahbazov@gmail.com*

Technological possibilities are considered in the field of classification of powder materials in the high voltage electrostatic fields used to manufacture machine detail billets.

*Стаття надійшла до редакції 12.09.2017.
Received 12.09.2017.*