

ОТРИМАННЯ ПОРОШКОВИХ ШИХТ З ПОРОШКІВ ЗАЛІЗА ТА АЛЮМІНІЮ І КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ЗМІШУВАННЯ

магістр. Клеков А.О., проф. Степанчук А.М.,
асп. Смик В.Г., магістр. Шум Л.Б.

Національний технічний університет України "КПІ"
030056, Київ-56, пр-кт Перемоги, 39; Тел.(044)454-91-54; E-mail: astepanchuk@iff.kpi.ua

Досліджені умови змішування порошків заліза і алюмінію з метою отримання гомогенної шихти для виготовлення виробів трибо технічного призначення із композицій Fe–Al. Вивчався вплив на якість змішування складу шихти, числа обертів двоконусного змішувача, часу змішування та наявності мастила в шихті. Визначення якості шихти проводили на аналізаторі елементів «EXPERT 3L». Показано, що якість змішування збільшується зі збільшенням часу змішування, вмісту в шихті порошку алюмінію та при додаванні в шихту мастил.

Встановлено, що використання для визначення якості змішування шихт, які не вміщують мастил є недоцільним.

Вступ. Сучасний стан виробництва порошкових виробів в Україні на сьогоднішній день знаходиться на етапі пошуку та створення нових матеріалів для виготовлення деталей машин і механізмів з метою покращення їх експлуатаційних характеристик.

Тепер актуальним є створення нових матеріалів для виготовлення фрикційних вставок, що використовуються в гальмівних колодках вагонів потягів. Альтернативний матеріал має відповідати ряду вимог, а саме мати високу теплопровідність, забезпечувати достатній відвід тепла з зони контакту колодка-коесо при гальмуванні. У цьому відношенні, враховуючи викладене та економічні засади, перспективними матеріалами можуть бути порошкові матеріали триботехнічного призначення із композицій Fe–Al [1–2]. Виготовлення виробів з таких матеріалів методами порошкової металургії передбачає використання вихідних порошків, які потім змішують, пресують отримані суміші у заготовки і спікають для надання їм необхідних властивостей [3]. Багато уваги приділяється якості змішування вихідних порошків тому, що від неї в значній мірі залежать кінцеві властивості виробів [4–7]. Тому при відпрацюванні технологічних процесів отримання нових порошкових матеріалів питанню визначення оптимальних умов отримання якісних сумішей вихідних порошків приділяють значну увагу.

Виходячи з викладеного при отриманні нових матеріалів із композиції Fe–Al визначення оптимальних умов змішування вихідних порошків заліза і алюмінію та контролю якості змішування є досить актуальним.

Постановка задачі. Задачею роботи було визначення оптимальних умов змішування порошків заліза та алюмінію та методів контролю якості змішування вихідних порошків із композицій з різним вмістом алюмінію.

Результати експерименту та їх обговорення. В роботі досліджувався вплив складу композицій і умов змішування на якість змішування. Як вихідні матеріал використовували порошок заліза шведської фірми "Hoganes" та порошок алюмінію Броварського казенного заводу порошкової металургії (табл. 1). Досліджувалось змішування порошків заліза і алюмінію з вмістом останнього 10, 20, 30 об. %.

Таблиця 1

Характеристики порошків заліза та алюмінію

Порошок	Вміст основного елементу, %	Середній розмір частинок, мкм	Пікнометрична густина, г/см ³	Насипна щільність, г/см ³	Текучість, г/с
Заліо	99,6	80	7,2	3,2	2,1
Алюміній	99,8	менше за 30	2,68	0,76	–

Враховуючи те, що щільність та розмір частинок порошків заліза та алюмінію значно різняться, в роботі були проведені дослідження їх змішування з метою визначення оптимальних умов отримання гомогенних сумішей без розшарування компонентів. Змішування досліджували у двох конусному змішувачі за різних чисел обертів барабану та часу змішування. Досліджувався також вплив наявності у вихідній шихти мастила, яке, як відомо, сприяє більш якісному змішуванню порошків [3]. Число обертів змінювали у межах 50–70 об/хв. Час змішування складав 1, 2, 3 та 4 години.

Якість змішування визначали шляхом визначення хімічного складу отриманої суміші з використанням приладу «EXPERT 3L». Хімічний склад визначали в порошковій суміші а також на зразках з спресованої шихти. За результатами визначення вмісту алюмінію в шихті визначали якість змішування за формулою:

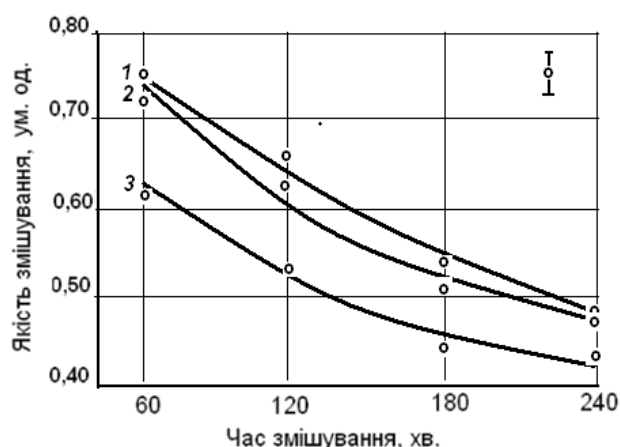
$$Я_{зм} = \left| \frac{G_{\phi}}{G_{\delta}} - 1 \right|, \quad (2.1)$$

де G_{ϕ} – вміст алюмінію в шихті;

G_p – розрахунковий вміст алюмінію.

Звичайно якість змішування менше або дорівнює нулю і покращується зі зменшенням її абсолютних значень.

Отримані результати порівнювали з розрахунковим складом. Результати досліджень наведені на рисунках 1 та 2.



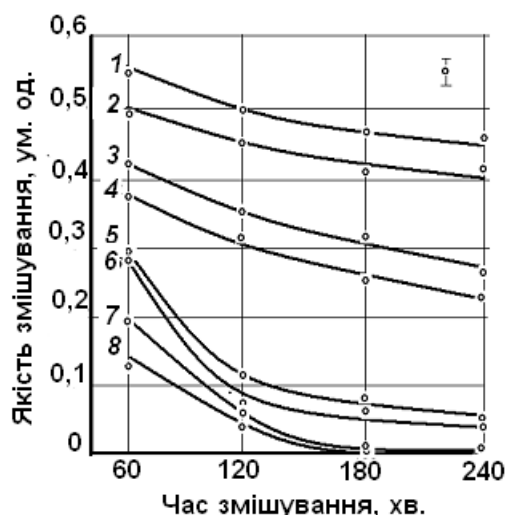
1 – 80 об.% Fe + 20 об. % Al;

2 – 70 об.% Fe + 30 об. % Al;

3 – 90 об.% Fe + 10 об. % Al

Рис. 1. Залежність якості змішування від часу змішування і складу шихти на порошковій суміші

Як видно з рисунків 1 та 2 якість змішування збільшується (зменшуються її абсолютні значення) зі збільшенням часу змішування та збільшенням вмісту алюмінію в шихті. Також слід зауважити, що значення якості змішування значно відрізняються при її визначенні на порошковій шихті та спресованій.



- 1 – 90 об.% Fe + 10 об. % Al (верх);
 2 – 80 об.% Fe + 20 об. % Al (верх);
 3 – 90 об.% Fe + 10 об. % Al (низ);
 4 – 80 об.% Fe + 20 об. % Al (низ);
 5 – 90 об.% Fe + 10 об. % Al (верх);
 6 – 90 об.% Fe + 10 об. % Al (низ);
 7 – 80 об.% Fe + 20 об. % Al (верх);
 8 – 80 об.% Fe + 20 об. % Al (низ)

Рис. 2. Залежність якості змішування від часу змішування

і складу шихти на спресованих зразках:
1–4 – без мастила; 5–8 – з мастилом

Як видно з рисунків 1 та 2 якість змішування збільшується (зменшуються її абсолютні значення) зі збільшенням часу змішування та збільшенням вмісту алюмінію в шихті. Також слід зауважити, що значення якості змішування значно відрізняються при її визначенні на порошковій шихті та спресованій. Якість змішування визначена на спресованій шихті гірша.

При додаванні в шихту мастила (вакуумне мастило) у кількості 1,5% , при інших рівних умовах, значно покращує якість змішування (рис. 2., 5–8) і покращується зі збільшенням часу змішування. При часі змішування 2,5–3,0 години абсолютні значення якості змішування наближаються до нуля.

Як видно з рисунку 1 при дослідженні процесів змішування порошків вихідних компонентів з метою подальшого їх компактування було встановлено, що на якість змішування впливають умови змішування та склад вихідної суміші. Для всіх досліджуваних сумішей якість змішування покращується зі збільшенням часу змішування (рис.1). Але для всіх випадків вона залишається незадовільною і значно відрізняється від показника якості змішування, який для максимально гомогенної суміші повинен наближуватись до нуля. Останнє може бути зумовлене тим, що при змішуванні більш дрібні частинки алюмінію просіюються по поровим каналам під дією гравітаційних сил, що не сприяє отриманню гомогенних сумішей.

Низька якість змішування може бути також умовною, зумовленою методикою визначення елементного складу отриманої суміші за допомогою приладу «EXPERT 3L» . Враховуючи те, що на приладі визначається вміст елементів тільки у приповерхневому прошарку, то реальна якість змішування може відрізнятись від визначеної за рахунок того, що більш дрібний порошок алюмінію (табл. 1) буде просіюватись по поровим каналам, утвореним частинками порошку заліза і його вміст (площа контакту) у площині вимірювання вмісту елементів, як це показано на рисунку 3, буде більшою ніж площа контакту частинок порошку заліза. Відповідно до цього визначений вміст алюмінію в порошковій пробі буде більшим за реальний. Останнє підтверджується результатами визначення вмісту елементів в отриманих сумішах на зразках, які були попередньо спресовані з порошкової проби. Вміст елементів на нижній поверхні зразка у всіх випадках більший ніж на верхній (місце прикладення тиску при пресуванні).

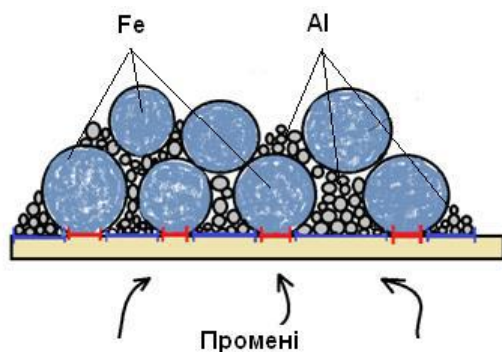


Рис. 3. Схема визначення вмісту елементів у порошковій суміші на приладі «EXPERT 3L»

Як відомо [4,5], попередити сегрегацію порошоків з частинок різних за розмірами та густиною можна за рахунок введення у вихідну суміш мастил. Це підтверджується отриманими нами результатами по дослідженню процесів змішування порошоків з додаванням мастила (вакуумне мастило) у кількості 1,5%. У цьому випадку якість змішування, при інших рівних умовах, покращується і при часі змішування 2–4 години наближається до нуля (рис. 2). Підвищення якості змішування у цьому випадку зумовлено тим, що дрібні частинки алюмінію “прилипають” до частинок порошку заліза і, тим сами, не просіюються по поровим каналам.

ВИСНОВКИ

Проведені дослідження процесів змішування порошоків заліза та алюмінію у двоконусному змішувачі дозволило встановити оптимальні умови отримання гомогенних сумішей. Це 50–60 обертів барабану змішувача за хвилину та час змішування 2,5–3,0 години. Обов’язковою умовою при цьому є введення у вихідну шихту мастил або низько концентрованих розчинів клеючих речовин – полівінілового спирту, каучуку та інш.

Встановлено, що використання для визначення якості змішування порошкових шихт і шихт без мастил приладу «EXPERT 3L» не завжди є доцільним.

У подальшому доцільним є проведення досліджень по встановленню оптимальних умов отримання гомогенних шихт з порошоків заліза та алюмінію з використанням інших змішувачів та встановленню якості змішування гравітаційними методами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Tomida S. Fe-Al composite layers on aluminum alloy formed by laser surface alloy iron powder / S. Tomida, K. Nakata // Surface and Coatings Technology. – 2003. – Vol.174 – 175. – №1. – P. 559 – 563.
2. Русин Н.М. Высокоплотный спеченный сплав Al – 12,5 ат.% Fe . /И.М.Русин, А.П. Савицкий //Порошковая металлургия, 1993. – №11/12. – С. 44–47.
3. Степанчук А. Н. Технология порошковой металлургии / А. Н. Степанчук, И. И. Билык, П. А. Бойко. – К.: «Высшая школа», 1989. – 415 с.
4. Степанчук А.Н. Теорія і технологія пресування порошкових матеріалів. – К.: Центр учбової літератури, 2016. – 336 с.
5. Либенсон Г.А. Производство спеченных изделий / Г. А. Либенсон . – М. : Металлургия, 1982. – 256 с.
6. Ueki M. The Properties of Nitrogen Contained Titanium Carbide Based Cermet Influenced by Nitrogen Adding Methods /M. Ueki, S. Kinoshita, H. Suzuki // J. Jap. Soc. Powder and Powder Met. – 1991. – **38**, N 6. – P. 729–732
7. Kolaska H. Производство твердых сплавов. / H. Kolaska, P. Schulz // Твердые сплавы. – М.: Руда и металлы, 2005. – С. 89–111.