

УДК 621.762.2

Т.Н. Гальчук, Т.Є.Божко
ОТРИМАННЯ СПЕЧЕНИХ АНТИФРИКЦІЙНИХ ВИРОБІВ ІЗ
КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ НА ОСНОВІ ПОРОШКУ СТАЛІ ШХ15

В роботі представлені технологічні режими для отримання виробів антифрикційного призначення з порошкових композитів на основі порошку сталі ШХ15. Для знаходження оптимального режиму спікання, з ціллю досягнення максимальної густини спечених виробів, використовувався метод математичного планування експерименту. За розробленими технологічними режимами з порошкових композитів на основі порошку сталі ШХ15 отримані вироби антифрикційного призначення із значно нижчою собівартістю і вищим коефіцієнтом використання матеріалу порівняно із традиційними матеріалами.

Ключові слова: металевий порошок, шихта, спікання, технологічні режими, антифрикційні вироби.

Рис. 4. Літ. 11.

Т.Н. Гальчук, Т.Е. Божко
ПОЛУЧЕНИЕ СПЕЧЕННЫХ АНТИФРИКЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ
КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ПОРОШКА СТАЛИ ШХ15

В работе представлены технологические режимы для получения изделий антифрикционного назначения из порошковых композитов на основе порошка стали ШХ15. Для нахождения оптимального режима спекания, с целью достижения максимальной плотности спеченных изделий, использовался метод математического планирования эксперимента. По разработанным технологическим режимам из порошковых композитов на основе порошка стали ШХ15 получены изделия антифрикционного назначения со значительно меньшей себестоимостью и высшим коэффициентом использования материала сравнительно с традиционными материалами.

Ключевые слова: металлический порошок, шихта, спекание, технологические режимы, антифрикционные изделия.

Т. Gal'chuk, T. Bozhko
FOR SINTERED ANTIFRICTION PRODUCTS FROM COMPOSITE MATERIALS BASED ON
POWDER WAS SHH15

The paper presents technological regimes for products of antifriction purpose of powder composites based on powder steel SHH15. To find the optimal conditions for sintering, with the aim of achieving maximum density sintered products, the method of mathematical planning experiment. For developed technological regimes from powder composites based on steel powder products obtained SHH15 antifriction destination with much lower cost and a higher rate of use of the material compared to traditional materials.

Keywords: metallic powder, blend, sintering, technological modes, friction products.

Постановка проблеми. Тенденція, що намітилась, до зменшення випуску порошкових деталей триботехнічного призначення пов'язана в першу чергу з досить високими цінами на металічні порошки та недостатньо високими антифрикційними властивостями спечених матеріалів. Однак при створенні спечених композиційних антифрикційних матеріалів методи порошкової металургії дають такі переваги, як наявність пор (регулюється в межах 0–35 %); наявність рівномірно розподілених включень речовин, що відіграють роль твердої змазки; можливість регулювати дисперсність включень і їх розподіл; каркасність будови матеріалу.

Велика вартість розпиленого залізного порошку обумовлена і складністю його одержання та необґрунтованим нехтуванням до використання металевих порошкових відходів як сировини для виготовлення деталей та покриття методами порошкової металургії [1].

Майже половина всіх порошків, що виробляються, йдуть на виготовлення деталей триботехнічного призначення [2]. Для цього в шихту вводять легуючі, антизадирні і змашувальні домішки – оксиди, солі, скло з масовою часткою до 15%.

В останні десятиліття переважно розробляються порошкові матеріали на залізній та мідній основі. Матеріали на залізній основі використовують при підвищеному та нормальному навантаженні. Матеріали на мідній основі працюють в корозійноактивному середовищі. В даний час перевага надається спеченим композитам на основі заліза, оскільки вироби із них мають хороші фізико–механічні властивості, а сировина є недефіцитною. Найбільш поширеним є одержання виробів шляхом спікання залізо–графітових сумішей. В якості основи використовують відновлені порошки заліза, або порошки легованих сталей, отриманих із відходів металообробки [3–5]. До складу композиту триботехнічного призначення на основі заліза входить і графіт, що є твердою змазкою (у нерозчиненому вигляді) і збільшує міцність металевої основи (під час

розчинення). Вміст графіту в композиті встановлюється експериментально, в залежності від коефіцієнта тертя і зносостійкості. Введення міді до складу композиту значно підвищує міцність залізної матриці, має позитивний вплив на спікання, збільшує теплопровідність, підвищує мікротвердість матеріалу, покращує структуру і механічні властивості.

Розповсюдженням з більш високими антифрикційними властивостями є залізо–графіт із вмістом вуглецю від 1 до 4%. Введення графіту в межах до 1,5% дозволяє використовувати матеріал у присутності змащення, при невеликих швидкостях і низьких гранично допустимих навантаженнях. При вмісті графіту 1,5–3,0 % і наявності його у структурно–вільному стані значно покращуються антифрикційні властивості порошкового матеріалу. Такий матеріал може працювати в режимі самозмащення при великих швидкостях ковзання і робочій температурі 100–130 °С. Залізо–графітові матеріали мають феритно–перлітну структуру. Кількість феритної складової залежить від початкового вмісту графіту і умов спікання. Найбільш зносостійка перлітна структура. Допустимий вміст феритної складової до 50 % і залежить від умов роботи матеріалу [2, 6].

Однак доцільним є використання в якості основного компонента порошку сталі ШХ15, отриманого за технологією, розробленою в Луцькому НТУ [7]. Оскільки на підприємствах металообробної промисловості накопичується також і велика кількість порошкових відходів сталей, які в подальшому практично не використовуються. Труднощі у використанні полягають у необхідності очистки порошоків від домішок. В той же час практично доказано [8], що так звані забруднення (Al_2O_3), компоненти МОР є корисними антизадирними, протизношувальними добавками, що дозволяють використовувати порошоків відходи у стані постачання без складної і дорогої операції очищення. Цей матеріал, за умови змащення, не поступається кращому із порошкових антифрикційних матеріалів ГЖрЦС4 [9]. Тому використання металевої фракції шламових відходів, зокрема сталі ШХ15 для одержання композиційних матеріалів антифрикційного призначення є актуальним.

Таким чином, здійснивши огляд наукової літератури з даного питання, можна зробити висновок, що методи порошкової металургії дають можливість під час створення композиційних антифрикційних матеріалів широко регулювати кількість і розміри включень різних структурних складових, що входять у матеріал. Тому актуальним є проведення, в подальшому, досліджень щодо створення виробів із композиційного матеріалу з використанням як компонента металічного порошку, отриманого із шліфошламів.

Метою дослідження є розробка режимів отримання спечених виробів із композиційного матеріалу на основі порошку сталі ШХ15, отриманого із шламових відходів підшипникового виробництва.

Основні результати дослідження. Технологія виготовлення спечених антифрикційних виробів описується такою схемою: виготовлення шихти → пресування → спікання → просочення маслом → калібрування [2]. За цією схемою виготовляють матеріали з пористістю 15–35 % [10].

Під час використання сумішей, що складаються з металічних порошоків, близьких за густиною (наприклад, залізо–мідь), застосовуємо сухе перемішування без тіл розмелу. Шихту готували із порошоків (основа) сталі ШХ15, отриманих із шліфошламів, 3–5 % (об.) міді ПМС–1 (ГОСТ 4960–85) та 2–3 % (об.) графіту ГС4 (ГОСТ/ТУ – 8295).

Під час розмелу та змішування дрібних порошоків можливе погіршення їх текучості у разі засипання в прес–форму. Усунення цього недоліку досягали укрупненням вихідних частин, гранулюванням шихти.

Пресування деталей з пористістю 15–35 %, яка є оптимальною для антифрикційних спечених виробів, що працюють у навантаженому режимі, проводили при однократному пресуванні для забезпечення необхідної міцності країв брикету (формуємості).

Величина тиску пресування залежить від надійності і пластичності матеріалу, що пресується, наявності змазки, конструкції прес–форм, необхідної кінцевої густини та інших факторів. Так, для пресування виробів із порошку на основі заліза пористістю 15–20 % необхідний тиск 590–690 МПа.

Для зниження тиску пресування використовують змащення стінок прес–форми рідким маслом (масляною емульсією), милом і спеціальними рідкими кислотами типу стеаринової чи олеїнової (рис. 1), а також введенням у склад шихти 0,1–0,2 % змащувальних речовин (спеціальної порошкоподібної змазки – стеарат цинку).

Однією з головних операцій технології виготовлення матеріалів методами порошкової металургії є спікання. Для спікання антифрикційних деталей на залізній основі потрібне нагрівання до температури 1050–1200 °С. Інтервал температур спікання становить 0,7–0,8 температури плавлення основного металу шихти.



Рис. 1

У практиці порошкової металургії із більшості захисних середовищ в основному використовують водень, дисоційований аміак, газоподібні вуглеводи (ендо- і екзогази, конвертований природний газ) і вакуум. Значно рідше використовують інертні гази. Для знаходження оптимального режиму спікання, з ціллю досягнення максимальної густини спечених виробів, використовувався метод математичного планування експерименту. Параметр оптимізації – густина матеріалів після спікання, а варіювалися: час витримування при спіканні X_1 (хв.), температура спікання X_2 (°С), швидкість підняття температури X_3 (°С/хв), склад суміші X_4 (% мас.).

В результаті реалізації всіх дослідів матриці планування і обробки дослідних даних складено рівняння регресії:

$$Y = 6,4 + 0,25X_1 + 0,31X_2 + 0,34X_1X_2 - 0,09X_2X_3$$

Аналізуючи отримане рівняння можна передбачити густину, що отримується при різних значеннях факторів варіювання (рис. 2).

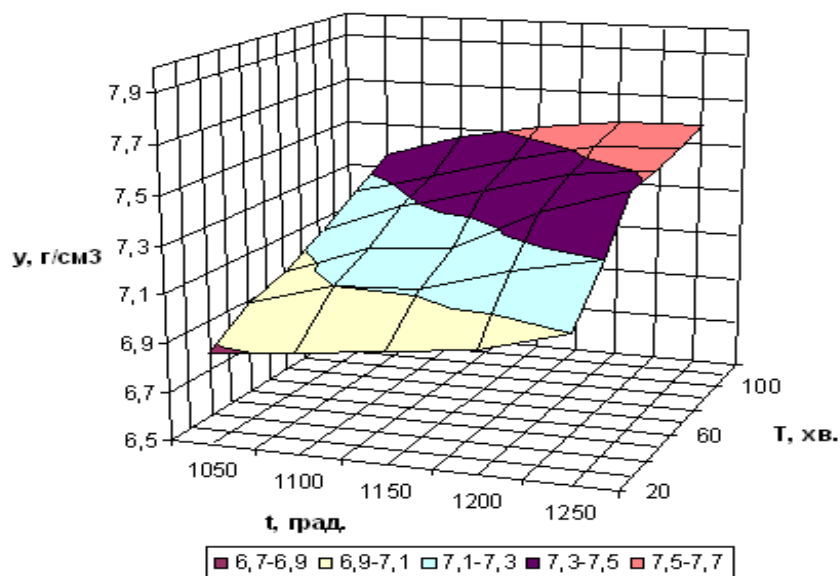


Рис. 2. Поверхня відгуку залежності густини матеріалу після спікання від часу і температури спікання

На основі проведеного аналізу вибрано оптимальний режим спікання: температура – 1200 °С, час спікання – 2 год, швидкість нагрівання – 40 °С/хв.

Основний вплив на збільшення густини зразків разом мають такі фактори: склад і температура спікання, температура і час витримки, в меншій мірі швидкість підняття температури.

Експериментально встановлено, що із збільшенням температури спікання до 1250°С усадка зростає на 5,41 %, а пористість матеріалу залишається високою, в межах 30%, що зумовлено особливою формою частинок отриманого порошку, сталі ШХ 15 [11].

Перспективним напрямком є просочення пористого каркаса змашувальними середовищами. Найбільш розповсюдженими речовинами для просочення є мінеральні масла. Тому вироби просочували індустриальним маслом И-40А (И-50А). Оптимізована технологічна схема виготовлення виробів з порошкових композитів на основі порошку сталі ШХ15 представлена на рис. 3.

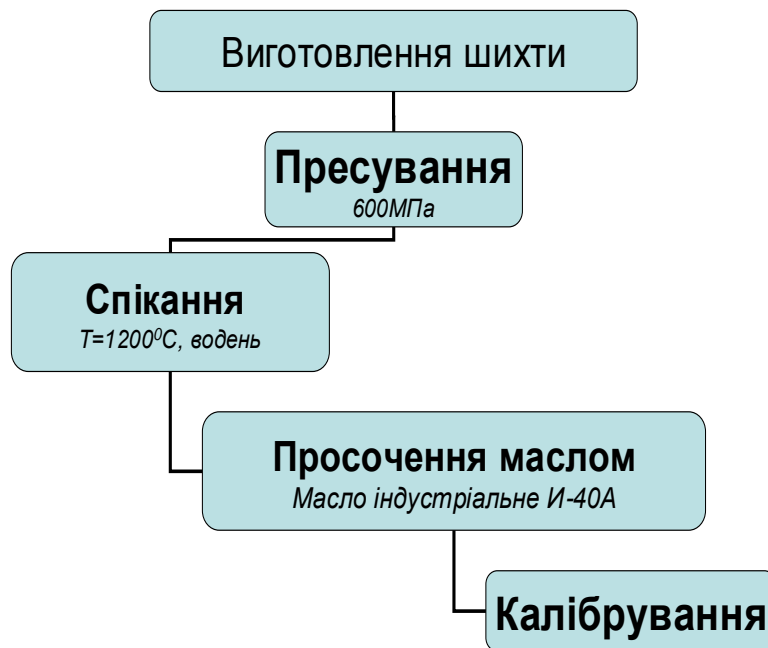


Рис. 3. Схема отримання композиційних виробів на основі порошку сталі ШХ15

Отримані вироби антифрикційного призначення (рис. 4) за вказаних режимів мають значно нижчу собівартість і вищий коефіцієнт використання матеріалу порівняно із виробами отриманими із традиційних матеріалів.



Рис. 4. Втулки ковзання

Висновки. Експериментально визначено склад порошкового композиційного матеріалу антифрикційного призначення на основі порошку сталі ШХ15 з домішками міді та графіту. Дослідження виявили оптимальні параметри пресування 400–800 МПа, спікання 1200 °С для шихти з вмістом графіту – 2...3 %, міді – 3...5 %, основа порошок сталі ШХ15, отриманий із відходів підшипникового виробництва для виробів з антифрикційними властивостями.

1. Актуальные проблемы порошковой металлургии / [под ред. О.В. Романа, В.С. Аруночалама]. – М.: Металлургия, 1990. – 232 с.
2. Федорченко И.М. Композиционные спеченные антифрикционные материалы / И.М. Федорченко, Л.И. Пугина. – К.: Наукова думка, 1980. – 404 с.
3. Порошковая металлургия. Спеченные и композиционные материалы: справочник / [под ред. В. Шатга]. – М.: Металлургия, 1983. – 520 с.
4. Зозуля В.Д. Эксплуатационные свойства порошковых подшипников / Зозуля В.Д. – К.: Наукова думка, 1989. – 288 с.
5. А.с. 1659512. СССР, МКИ 5С 22 С 33/02, С22С38/16. Порошковый материал на основе железа / В.Н. Анциферов, Н.Н. Масленников, И.А. Пловников, А.А. Шацов (СССР). – № 4728642/02; заявл. 22.05.89; опубл. Открытия, изобретения, Бюл. № 24.– С.103.
6. Анциферов В.Н. Определение несущей способности порошковых материалов при граничном трении / В.Н. Анциферов, И.И. Масленников, А.А. Шацов, И. А. Половников // Трение и износ. – 1991. – Т.12, № 4. – С. 683 – 686.
7. Рудь В.Д. Использование отходов подшипникового производства в порошковой металлургии / В.Д. Рудь, Т.Н. Гальчук, О.Ю. Повстяной // Порошковая металлургия. – 2005. – № 1/2. – С. 106–112.
8. Зозуля В.Д. Применение шлифовальных металлоабразивных отходов в порошковой металлургии / В.Д. Зозуля // Порошковая металлургия. – 1988. – № 3. – С. 95–99.
9. Ярошук Т.Д. Антифрикционные материалы из порошковых отходов стали и меди / Т.Д. Ярошук, В.Д. Зозуля, К.И. Зубарев // Проблемы трения и изнашивания. – 1991. – №39. – С. 46–51.
10. Гальчук Т.Н., Рудь В.Д. Використання відходів машинобудівного виробництва для виготовлення деталей триботехнічного призначення / Т. Н. Гальчук, В.Д. Рудь // Монографія. – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2013. – 218с.
11. Гальчук Т.Н. Кинетика измельчения в шаровой мельнице порошков, полученных из отходов шарикоподшипникового производства / Т.Н. Гальчук, В.Д.Рудь // Порошковая металлургия. – 2011. – № 5/6. – С. 20–26.

Стаття прийнята до друку 8.05.2015.