

УДК 621.762.2

Гальчук Т.Н., к.т.н., доц., Божко Т.Є., к.т.н., доц.
Луцький національний технічний університет

ОБЛАДНАННЯ І РЕЖИМИ ОТРИМАННЯ СПЕЧЕНИХ АНТИФРИКЦІЙНИХ ВИРОБІВ ІЗ КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ НА ОСНОВІ ПОРОШКУ СТАЛІ ШХ15

Розроблено технологічні режими та обладнання для отримання виробів антифрикційного призначення з порошкових композитів на основі порошку сталі ШХ15.

Технологія, металевий порошок, пресування, спікання, виріб.

Технологічний процес порошкової металургії дозволяє отримувати нові, властиві лише цьому методу матеріали із специфічними властивостями. Саме порошкова металургія дозволяє виготовляти вироби різних форм і призначення, створювати принципово нові матеріали, отримати які іншим шляхом вкрай важко або взагалі неможливо. Ефективність виготовлення таких деталей перш за все визначається їх призначенням і експлуатаційними властивостями. Найбільш доцільним, з цієї точки зору, може бути виготовлення деталей простої форми для масового виробництва, наприклад, таких як втулки ковзання, підшипники ковзання, контакти струмоприймачів тощо.

Саме тому цікавим та перспективним з наукової та практичної точки зору є виготовлення та використання виробів з металічною складовою у вигляді порошку легованої сталі.

В даний час найбільш поширений метод одержання виробів шляхом спікання залізо–графітових сумішей, що складаються із залізного порошку і певної кількості графіту. Однак доцільним є використання в якості основного компонента порошок сталі ШХ15, отриманий із відходів механічної обробки [1]. Оскільки на підприємствах металообробної промисловості накопичується велика кількість порошкових відходів сталей конструкційного призначення, які в подальшому практично не використовуються. Порошки, що отримані із таких відходів мають домішки, так звані забруднення (Al_2O_3), компоненти МОР, які є корисними антизадирними, протизношувальними добавками, що дозволяють використовувати порошкові відходи у стані постачання без складної і дорогої операції очищення [2].

Технологія виготовлення спечених антифрикційних виробів описується схемою представленою на рис. 1.

Під час використання сумішей, що складаються з металічних порошків, близьких за густиною (наприклад, залізо–мідь), застосовуємо сухе перемішування без тіл розмелу.

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

Формування виробів із підготовленої шихти здійснюється різноманітними методами: одинарним і подвійним пресуванням з проміжним спіканням, гідростатичним та ізостатичним пресуванням, спіканням під тиском та іншими методами. Значна більшість деталей вузлів тертя пресується із порошків на гідравлічних чи механічних пресах у прес-формах, виготовлених із загартованих сталей або твердих сплавів.

Пресування деталей з пористістю 15...35 %, яка є оптимальною для антифрикційних спечених виробів, що працюють у навантаженому режимі, проводили при однократному пресуванні.

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. В результаті дослідження встановлено оптимальні параметри пресування 400...800 МПа.

Для зниження тиску пресування використовують змащення стінок прес-форми рідким маслом (масляною емульсією), милом і спеціальними рідкими кислотами типу стеаринової чи олеїнової, а також введенням у склад шихти 0,1...0,2 % змащувальних речовин. До їх числа відносяться спеціальні порошкоподібні змазки, такі як стеарат цинку, кальцію, алюмінію, магнію, свинцю, літію, парафін та інші, а також графіт, сульфід молібдену чи інші сульфіди.

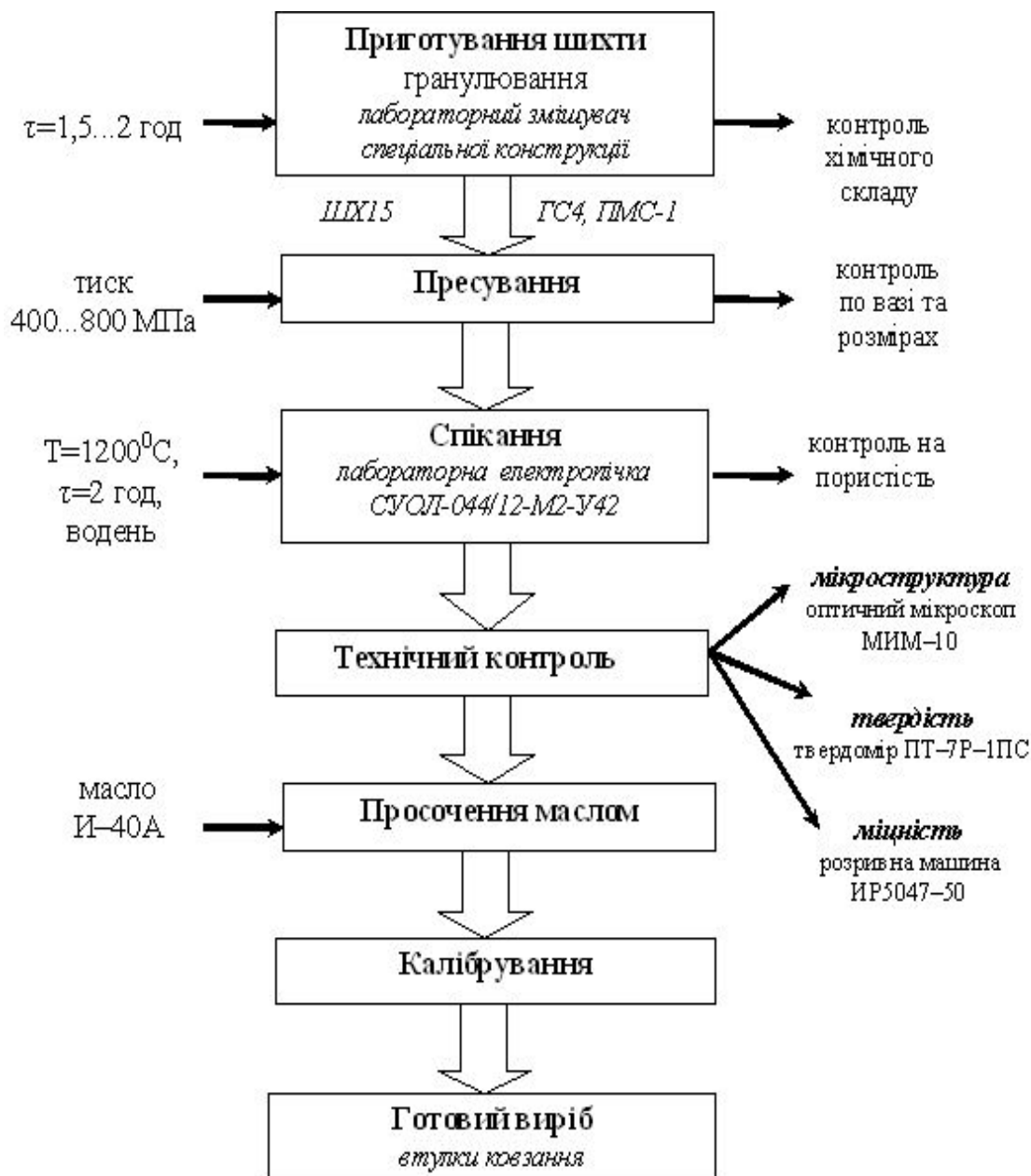


Рис. 1. Технологічна схема виготовлення спечених антифрикційних виробів [3]

Однією з головних операцій технології виготовлення матеріалів методами порошкової металургії є спікання. В його процесі конгломерат із часток речовин, що входять у початкову шихту, перетворюється у композиційний матеріал, який складається з металічної матриці і пор чи із металічної матриці, пор, включень неметалічних, інтерметалічних та інших складових, які залягають в основній металічній матриці і надають матеріалу необхідні властивості. Є велика різноманітність варіантів технологій спікання, серед яких можна виділити такі:

- за характером основного процесу (у твердій фазі і в присутності рідкої фази);
- за характером захисних середовищ (в газовому і відновлювальному середовищі, вакуумі, геометричних коробках з твердою засипкою);
- за характером нагрівання (в електричних печах з радіаційним, індуктивним, електророзрядним нагріванням);
- за типом обладнання (в прохідних чи штовхальних печах).

Для спікання антифрикційних деталей на залізній основі потрібне нагрівання до температури 1050...1200 °С. Інтервал температур спікання у більшості випадків вибирають у межах 0,7...0,8 температури плавлення основного металу шихти. 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.

Спикання виробів із композиту на основі порошків сталі ШХ15 із вмістом 1...3 % (об.) графіту і міді 3...8 % (об.) проводили при температурі 1200 °С у середовищі водню в лабораторній електропечі опору неперервної лінії (рис. 2)

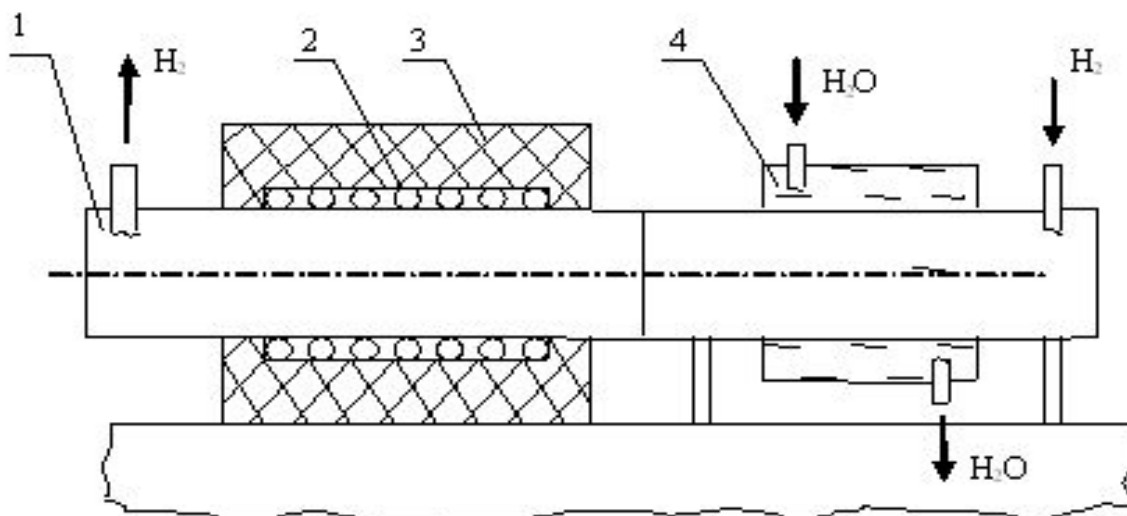


Рис. 2. Схема печі для спікання

Електропічка призначена для спікання виробів в середовищі водню виробів в лабораторних умовах. Пічка має зону нагрівання і зону охолодження. Нагрівання здійснюється в муфелі 1 на який встановлено нагрівач 2. Витки спіралі нагрівача дистанційовані наїзниками. Між корпусом і муфелем вкладається каолінова вата 3. Охолодження виробів здійснюється за допомогою холодильника 4. Маса охолоджуваних виробів – 15 кг.

Вихідні дані:

- нагрівання виробів здійснюється в режимі: $t_{\text{п}}=t_{\text{г}}=\text{const}$, де $t_{\text{п}}$ – температура печі, $t_{\text{г}}$ – температура газу в печі;
- температура кінця нагрівання $t_{\text{л.н.}}=1300^{\circ}\text{C}$;
- завантаження: $Y=25$ кг/м;
- продуктивність печі: $E=0,005$ кг/с;
- довжина зони нагрівання: $L_{\text{п}}=0,43$ м.

Холодильна камера має такі параметри:

Довжина камери $L_{\text{к}}$, м	0,64
Діаметр внутрішньої стінки камери $d_{\text{к.в}}$, м	0,18
Діаметр зовнішньої стінки камери $d_{\text{к.з}}$, м	0,25
Об'єм камери $V_{\text{к}}$, м ³	0,01
Площа поперечного січення камери $F_{\text{к}}$, м ²	0,011

Режими камери прискореного охолодження:

Початкова температура охолоджуваного виробу $t_{\text{в.п.}}$, °С	1200
Кінцева температура охолоджуваного виробу $t_{\text{в.к.}}$, °С	70
Час охолодження $\tau_{\text{охл.}}$, с	1800
Початкова температура всередині камери $t_{\text{к.п.}}$, °С	100
Кінцева температура всередині камери $t_{\text{к.к.}}$, °С	50
Швидкість води $v_{\text{в.}}$, м/с	0,01

Середовище спікання суттєво впливає на формування мікроструктури матеріалів. Так, спікання в середовищі водню сприяє відновленню оксидів вихідних порошків. Вміст легуючих елементів в основі матеріалу близький до заданого. В інертному середовищі (аргоні) спостерігаються значна пористість матеріалу (за розміром пори більші, ніж частинки початкового матеріалу), недостатнє легування матриці. Це зумовлює низькі механічні властивості.

Незважаючи на широкі можливості модифікування пористих матеріалів введенням у склад шихти, що спікається, антифрикційних присадок (сірки, фосфору, цинку, графіту тощо), досить перспективним напрямком вважається просочення пористого каркаса змащувальними середовищами [4, 5]. Просочення сприяє більш значному підвищенню ефективності самозмазування, ніж введення різноманітних присадок у склад матриці. Ці присадки розподіляються здебільшого в поглибленнях фрикційно – контактуючих поверхонь, не впливаючи активно на процес тертя. Найбільш розповсюдженими речовинами для просочення є мінеральні масла [5]. Тому вироби просочували індустріальним маслом И-40А (И-50А).

Для порівняння експлуатаційних та фізико-механічних властивостей із композиту було виготовлено зразки деталей – подшипників, втулок ковзання для автомобільних стартерів та пральних машин (рис. 3).



Рис. 3. Втулки ковзання

Дослідження механічних властивостей композитів з добавками міді і графіту дозволили встановити оптимальні параметри пресування, спікання і склад компонентів шихти, які забезпечують найкраще поєднання властивостей міцності та триботехнічних характеристик даних матеріалів. Прикладом успішної реалізації результатів дослідження є спечені матеріали: вміст графіту – 2...3 %, міді – 3...5 %, основа порошок сталі ШХ15, що мають високі триботехнічні характеристики.

Наявність графіту в таких матеріалах забезпечує ефективну змащувальну дію. Регульована пористість дозволяє успішно використовувати рідке змащення, яке заповнює пори і, в міру зношування металу, витискається на поверхню спряження.

Крім цього, у деталях високонавантажених вузлів тертя, що виготовлені із спечених матеріалів, зменшується коефіцієнт тертя у 2,5 рази, зростає твердість композиту в 1,2 рази, що позитивно впливає на навантажувальну здатність.

Висновки

1. Розроблені технологічні параметри процесу на стадіях отримання виробів із порошку сталі ШХ15, пресування і спікання.
2. В роботі пропонується комплекс обладнання для отримання виробів на основі порошків сталі ШХ15, отриманих з відходів підшипникового виробництва, зокрема, лабораторна електропіч.
3. Спроектовано спеціальне обладнання яке дозволяє більш детально досліджувати властивості отриманих деталей конструкційного та антифрикційного призначення методом порошкової металургії.
4. 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.

1. Гальчук Т.Н. Вдосконалена технологічна схема переробки шламових відходів машинобудування / Т.Н.Гальчук // Вісник Хмельницького національного університету. – 2012. – № 4. – С. 26–30.

2. Зозуля В.Д. Применение шлифовальных металлоабразивных отходов в порошковой металлургии / В.Д. Зозуля // Порошковая металлургия. – 1988. – № 3. – С.95–99.

3. Гальчук Т.Н. Технология получения порошковых изделий из отходов машиностроения / Т.Н. Гальчук // Международный промышленный журнал «Мир техники и технологии». – 2013. – № 3. – С. 58–61.

4. Попивненко Л.В. Улучшение эксплуатационных свойств спеченных самосмазывающихся подшипников скольжения за счет применения при их изготовлении порообразующих веществ и антифрикционных присадок / Л.В. Попивненко, Н.А. Руденко // Ресурсозберігаючі технології виробництва та обробки тиском матеріалів у машинобудуванні. Збірник наукових праць. – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2010. – С. 70–76.

5. Федорченко И.М. Композиционные спеченные антифрикционные материалы / И.М. Федорченко, Л.И.Пугина. – К.: Наукова думка, 1980. – 404 с.