УДК 621.457

В.Д. Рудь, Л.М. Самчук, Д.О. Сомов

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ФІЛЬТРУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ АЛЮМІНІЮ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДХОДІВ МАШИНОБУДІВНОГО ВИРОБНИЦТВА

На підставі експериментальних досліджень показана можливість виготовлення пористого проникливого фільтрувального матеріалу на основі алюмінію та відходів промислового виробництва для регенерації технічних рідин та мастил. Проведені промислові випробування, які показали, що запропонований фільтрувальний матеріал можна використовувати для регенерації технічних рідин та мастил.
Ключові слова: *фільтрація, СВС – процес, технічне мастило, СВС - реакція.*
Форм. 11. Табл. 1. Рис. 2. Літ. 9.

В.Д. Рудь, Л.М. Самчук, Д.А. Сомов

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

На основании экспериментальных исследований показана возможность изготовления пористого проницательного фильтрующего материала на основе алюминия и отходов промышленного производства для регенерации технических жидкостей и масел. Проведены промышленные испытания, которые показали, что предложенный фильтрующий материал можно использовать для регенерации технических жидкостей и масел.
Ключевые слова: *фильтрация, СВС - процесс, техническое масло, СВС – реакция.*

V. Rud', L. Samchuk, D. Somov

THE TECHNOLOGY OF MANUFACTURING OF FILTERING MATERIALS BASED ON ALUMINUM USING A WASTE OF MACHINE-BUILDING PRODUCTION

On the basis of experimental studies demonstrate the possibility of manufacturing a porous filter material penetrating the aluminum and industrial waste for recovery fluids and oils. Scale tests conducted, which showed that the proposed filter material can be used for regeneration of fluids and oils.
Keywords: *filtration, SVS - process, oils, SVS - reaction.*

Мета роботи. Дослідження технології виготовлення пористого проникливого матеріалу на основі алюмінію та відходів промислового виробництва для регенерації технічних рідин та мастил.

Вступ. Останіи часом вирішення проблеми конкурентноспроможності полягає у застосуванні та енерго-та ресурсозберігаючих технологій. Якість вихідного продукту пов´язана з якістю вихідної сировини. Значна частка сучасних технологій пов´язана з використанням у виробничрму процесі в якості вихідних або витратних матеріалів різного роду рідин та повітряних сумішей. Від їх чистоти хімічного складу залежить надійність та експлуатаційні характеристики виробів.Тому контроль та забезпечення якості основної чи допоміжної сировини при виготовленні відповідної продукції є не тільки актуальноюале і вирішальною задачею. При використанні рідин та повітряних сумішей якість вхідних та допоміжних продуктів забезпечується фільтрацією.Враховуючи відносно велику вартістьфільтрувальних засобів розробкою технологій отримання проникливих фільтруючих матеріалів звикористанням відходів машинобудівного виробництва є актуальним завданням.

Постановка проблеми. Порошкові та композиційні матеріали на основі заліза і його сплавів знаходять широке застосування в багатьох областях техніки і народного господарства, використовуються в різних вузлах машин і механізмів відповідно до умов навантаження, діючими зусиллями і конструктивними вимогами. В даний час на виробництві йде боротьба за зниження мас вузлів, деталей машин і, отже агрегатів в цілому, але не за рахунок зменшення їх експлуатаційної надійності і працездатності, а за рахунок підвищення питомої міцності. Застосування зазначеного порошкового або композиційного матеріалу допоможе вирішити ряд проблем у цій галузі.

Важливим напрямком є отримання і використання порошкового конструкційного матеріалу на основі залізо - алюмінію, що забезпечує зниження маси вузлів і деталей машин. Однак його виробництво сильно ускладнене і мало вивчено внаслідок схильності алюмінію до окислення[1].

Аналіз основних досліджень. Одним з напрямків в галузі вивчення систем Fe-Al є отримання шихт з виливків компактного литого матеріалу Fe–Al з подальшою його обробкою [2]. Для поліпшення характеристик міцності металів і сплавів зазвичай застосовують термічну і механічну обробку, що приводить до подрібнення елементів структури (в першу чергу зерен),

© В.Д. Рудь, Л.М. Самчук, Д.О. Сомов

сприяючи дисперсійному зміцненню стабілізації структури, особливо при випаданні фаз на границях зерен [3, 4]. Тому високоміцні полікомпонентні матеріали методами порошкової металургії часто виготовляють з швидко закристалізованих виливків готового хімічного складу, що дозволяє отримувати дрібні зерна та забезпечує високий ступінь легування, зменшивши ступінь сегрегації матеріалів в шихті [4]. Однак для якісного компактування необхідно, щоб виливки володіли високою пластичністю і здатністю до однорідної деформації.

В роботі [5] запропонований спосіб виготовлення деталей з порошкових конструкційних магнітних матеріалів систем залізо-алюміній-нікель, залізо-алюміній-нікель-кобальт. До основних недоліків такого способу виготовлення можна віднести високу вартість нікелю і кобальту в порівнянні з залізом і алюмінієм.

З метою підвищення механічних властивостей напівфабрикатів запропонований спосіб [6] їх виготовлення з гранульованих алюмінієвих сплавів, який може бути використаний при виробництві системи залізо-алюміній. Недоліком методу є відсутність універсальності, пов'язаного з вимушеним виготовленням напівфабрикатів, а не готових виробів, що знижує коефіцієнт використання матеріалу.

В роботі [7] досліджено структуру та механічні властивості порошкових матеріалів, отриманих прокаткою механічно легованої суміші порошків алюмінію та заліза. Частинки заліза розміром 200 нм були розподілені в алюмінієвій матриці. Підвищення вмісту заліза до 8мас.% призводило до підвищення міцності до 550 МПа і зниження пластичності до 5 = 1,6%.

Проведений аналіз способів та областей застосування сплавів на основі Fe–Al свідчить про те, що незважаючи на їх широке використання в компактному стані в різних областях промисловості, порошкові композиційні сплави на основі Fe – Al вивчені і застосовуються мало. Такі сплави мають унікальні властивості, але їх дослідження ускладненні у зв'язку із здатністю алюмінію до окислення. Тим не менш, в роботі [8] розглянуто отримання конструкційних порошкових композиційних матеріалів із застосуванням методів СВС які в даний час розглядаються як найбільш перспективні [9]

Викладення основного матеріалу дослідження Існуючі в даний час методи одержання пористих проникливих матеріалів (ПММ) є далекими від досконалості. Вони характеризуються значними енергетичними і матеріальними витратами, а також малою продуктивністю. Великими можливостями в цьому плані володіє розроблений метод високотемпературного синтезу (СВС), основоположниками якого є академік Мержанов А.Г. і Боровінская І.П. [9].

СВС визначає структуру одержуваних продуктів та забезпечує можливість отримання цілого ряду продуктів з унікальними комплексами експлуатаційних властивостей. При цьому СВС як метод отримання пористих матеріалів поєднує в собі малу енергоємність, безвідходність і можливість динамічного варіювання структурних та інших властивостей продуктів. Ці передумови дозволяють використовувати економічну і просту технологію отримання пористих виробів.

Велике значення для одержання якісних виробів має підбір шихтових матеріалів. У роботі основу композиційних складових шихти для одержання пористих матеріалів складають промислові відходи машинобудівних підприємств.

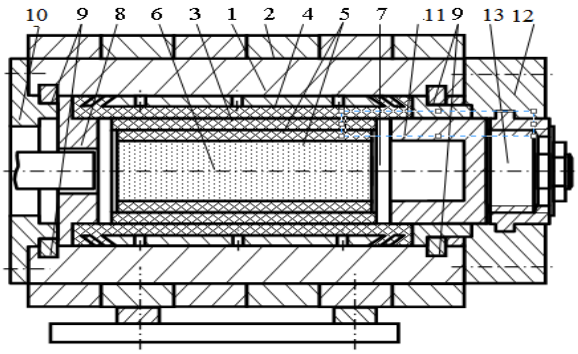
В якості матеріалу було вибрано порошок алюмінію (ПАП-1 ГОСТ 5494-95), вуглець С (сажа – ТУ 14-7-24-80) та порошок сталі ШХ 15. Розрахунок компонентів вихідної суміші (шихти) для синтезу систем (Al-C-ШХ15) проводився із врахуванням кількості і стехіометричних коефіцієнтів вихідних компонентів, чистоти і насипної густини вихідної шихти. Дані, необхідні для розрахунку шихти системи (Al-C-ШХ15), наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. **Компоненти вихідної суміші і їх властивості**

Компонент	Кількість компонентів, моль, z_1	Атомна (молекулярна) маса, M_1	Густина речовини, ρ, кг/м^3(г/см^3)	Чистота реактиву, мас. %
Al	4	26.98 а. о. м. (г/моль)	2.699 г/см³	99, 50
C	3	12.011 а. о. м. (г/моль)	2.36(г/см³)	98, 70
ШХ15	1	55, 847 а. о. м. (г/моль	7,64-7,81 г/см^3	99,50

Змішування порошків вихідних реагентів проводиться в кульовому млині, який представляє собою горизонтально розміщений обертаючий циліндр з набором стальних кульок діаметром 20 мм в середині. Змішування триває протягом восьми годин до утворення однорідної маси.

Фільтрувальний елемент виготовлений за допомого методу радіально-ізостатичного пресування (Рис.1) та спечений за рахунок СВС - реакції.



а) *б)*

Рис. 1. **Схема конструкції (а) та загальний вид (б) прес-блоку напівпромислової установки для СР-ІП в замкнутому об'ємі:**
1 – корпус, 2 – кільця (бандаж), 3 – вкладиш еластичний, 4 – армуючий елемент, 5 – набір оболонок еластичних, 6 – порошок, 7 – пробка, 8 – упорний диск, 9 – кулачки розрізні, 10, 12 – кришки, 11 – стакан, 13 – повзун

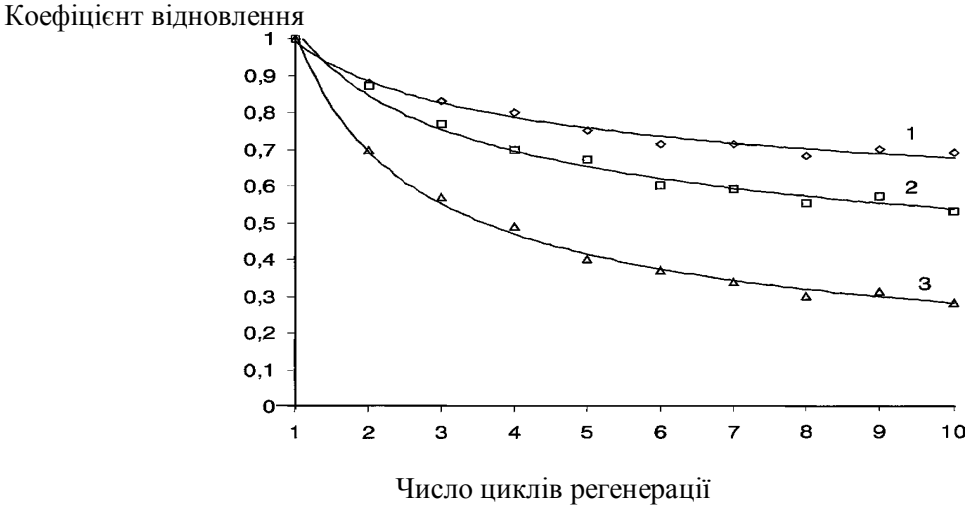
Синтез здійснювався в лабораторному реакторі, який був виготовлений в Луцькому національному технічному університеті. Металографічні дослідження проводились на мікроскопі ММР–4. Зразки для металографічних досліджень готовилися за стандартною методикою з метою отримання чіткого зображення границь зерен протравлювали 4% сірчаною кислотою. За допомогою програми РНОТОМ визначена площинна пористість, для системи Al-C-ШХ15 вона рівна 30%. Це дає можливість стверджувати про те, що виготовлений фільтрувальний елемент може використовуватись для регенерації мастил.

З метою усунення утвореного оксиду алюмінію виготовлений фільтрувальний елемент продували в електропечі аргоном. На ПАТ „СКФ – Україна" проводились дослідно-промислові випробування із регенерації технічного масла. В якості експериментальних рідин були обрані водяна МОР (ЛЗ-СОЖ-1МИО), масляна МОР (МР-8). На підприємстві є укомплектована установка для регенерації технічних рідин та мастил. Метою дослідження була заміна фільтрувального елемента на основі металевої сітки на фільтрувальний елемент виготовлений з відходів виробництва. Експериментально доведено, що робочий тиск Р=0,6 МПа, тонкість очищення 20 мкм, розхід 250 л/хв, розміри дослідного фільтра становили: висота – 220 мм, діаметр – 40 мм, товщина стінки – 3 мм. Фільтри з порошкових матеріалів спечені методом СВС в порівнянні з іншими пористими виробами володіють рядом переваг: високою мірою очищення, високою жаростійкістю, міцністю.

Регенерацію фільтрів проводили зворотним промиванням чистою рідиною до постійного значення перепаду тиску. Потім повторювали процес фільтрування. Результати експериментів, що відображають залежність коефіцієнта відновлення фільтра від числа циклів регенерації представлені на рис.2.

З рис.1. видно, що відновлюваність фільтрів при очищенні масляних МОР нижче, ніж у водних. Це пояснюється наявністю смолистих речовин в цих середовищах. Для їх видалення використовували інший метод регенерації.

В якості робочої рідини використовували водну МОР, в яку були внесені частки металів з розмірами від 10 до 30 мкм. Експериментально встановлено, що для забезпечення повноти фільтрування (99,8%) робочу МОР необхідно фільтрувати через пористий матеріал з діаметром пор 30 мкм.



1 - робоча рідина - водяна МОР; *2* - масляна МОР МР-8; *3* -масляна МОР МР-10

Рис. 2. **Залежність коефіцієнта відновлення фільтрувальних властивостей від числа циклів регенерації**

Висновок. Виробничі випробування довели, що запропонований пористий фільтрувальний матеріал на основі відходів металообробки можна використовувати для регенерації технічної рідини та технічних мастил. Створення фільтрів із відносно дешевої та доступної сировини із забезпеченням всього комплексу властивостей та характеристик, необхідних для тривалої і якісної їх роботи, робить їх конкурентоспроможними в умовах ринкової економіки.

1. Структура и механические свойства микрокристаллических сплавов на основе системы Al–Fe, полученных методами порошковой металлургии. / Т.И. Лебедева, М.М. Мышляев, А.Г. Рощупкин, В.М. Федоров // Порошковая металлургия - 1991- № 4.- С. 93-98.
2. *Johnson P.K.* European Conference on Advances in Structural P/M Component Production (CEURO PM97)// The International journal of Powder Metallurgy. -1998. -Vol.34, № 1. -P.67-68.
3. *Huppmann W.J.* The Technical and Economic Development of Powder Forging // Powder Metallurgy International -1992. -Vol.24, №3. - P. 186-193.
4. *Пат. 2022707 RU B22F 3/12.* Способ изготовления деталей из порошковых магнитных материалов систем железо-алюминий- никель, железо-алюминий-никель-кобальт. / Анциферов В.Н., Масленников Н.Н., Шацов А.А. и др. / Респ. инж.-техн. центр порошковой металлургии - Заявл. 17.11.90; Опубл. 15.11.94.
5. *Пат. 2155241 RU C22C 9/01.* Спеченный антифрикционный материал на основе алюминиевой бронзы. / Коростелева Е.Н., Савицкий А.П., Русин Н.М.: / Институт физики прочности и материаловедения СО РАН..- Заявл. 12.10.98; Опубл. 27.08.2000.
6. *Пат. 1656778A1 SU B22F 3/20.* Способ изготовления прессованных полуфабрикатов из гранулируемых алюминиевых сплавов. / Бережной В.Л., Пасхалов А.С. Заявл. 02.03.89 Опубл. 27.03.96
7. Механические и триботехнические свойства спеченных сплавов алюминий-железо. / М.Н. Русин, А.П. Савицкий, Л.И. Тушинский, А.И. Полелюх // Перспективный материал- 1998 - №4- С.42^19.
8. Механически легированные сплавы алюминий-железо. A1- Fe alloys by mechanical alloying / Niu Xiapoing., Le Brun P., Frouen L., Peytour C., Deloey L. // Adv Powder met. and Potricul.: Mater: Proc. Powder Met. World Coudr., San Francisco, Calif., June 21-26, 1992. Vol. 7-Princeton (N.J), 1992.-P 271-283.
9. *Левашов Е.А., Рогачев А.С., Юхвид В.И., Боровинская И.П.* Физико-химические и технологические основы самораспространяющегося высокотемпературного синтеза. М.: Бином, 1999. —176 с.

Стаття надійшла до редакції 27.04.2013.

© В.Д. Рудь, Л.М. Самчук, Д.О. Сомов