

УДК 664.68:628.1.033:661.94: 621.745.9

В.Д. Рудь, Н.М. Гулієва

Луцький національний технічний університет

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОРОШКОВИХ ФІЛЬТРУЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ

У статті розглянуто методи підвищення властивостей порошкових фільтруючих матеріалів. Розроблено технологію отримання ПФМ на основі титану марки ПТХ-1 з використанням удосконаленого методу квазіізостатичного пресування.

Ключові слова: порошкові фільтруючі матеріали, квазіізостатичне пресування, самопоширюючий високотемпературний синтез, ізотермічний процес, титан марки ПТХ-1.

Постановка проблеми. На сьогоднішній день широкого застосування отримали порошкові фільтруючі матеріали (ПФМ) у різних галузях промисловості, зокрема у водопідготовці [4]. Основні властивості, які характерні для пористих порошкових матеріалів, це – пористість та проникність. Технологію виготовлення порошкових фільтрів вибирають з урахуванням необхідного рівня фільтрації, продуктивності, розмірів фільтрів, а також їх експлуатаційних характеристик [1]. Фільтри невеликих розмірів виготовляють методом спікання вільно насипаного порошку бронзи, нержавіючої сталі, нікелю, титану, заліза. Фільтри з металевих порошкових матеріалів у порівнянні з іншими пористими виробами володіють рядом переваг: висока ступінь очищення; проникність; жаростійкість; міцність; опір абразивного зносу; теплопровідність та ін. Їх виготовляють спіканням вільно насипних або пресованих порошків. При цьому для рівномірного розподілу порошку необхідно застосувати струшування або вібрування. У даному випадку сферична форма часток порошку не змінюється, що сприяє збереженню максимальної проникності матеріалу.

Традиційний спосіб виготовлення спечених фільтрів характеризується ущільненням порошку методом одно- або двобічного пресування у металевих матрицях. З метою отримання високої пористості фільтру (пористість 0-75%) шляхом пресування заготовки в яку вводять спеціальні добавки (наповнювачі). ПФМ використовують для відділення газів і рідин від сторонніх домішок, для очищення газів у хімічній, металургійній, атомній та цементній промисловості. Для очищення питних, технічних та стічних вод, молока, розчинів лугів і кислот використовують корозійностійкі фільтри [2].

Вдосконалення експлуатаційних характеристик фільтрів здійснюється за рахунок використання градієнтно-пористої структури двошарових порошкових фільтруючих матеріалів з використанням методу квазіізостатичного пресування.

Метою даної роботи. Вдосконалення технології отримання ПФМ на основі титану марки ПТХ-1 з використанням удосконаленого методу квазіізостатичного пресування заготовки із послідовним спіканням в режимі СВС-процесу.

Основні результати дослідження. Дослідження проводились із суміші порошку титану марки ПТХ-1 ТУ 48-10-78 з розміром частинок 0,1...+0,063 та -0,4...+0,315 мм. Для виготовлення шару-основи використовували порошок титану фракції -0,4...+0,315 мм та другого шару – фракції 0,1...+0,063 мм. Засипання порошку *Ti* здійснювалось в прес-форму діаметром $D = 40$ висотою, $h = 220$, товщина зразка 3 мм на вібростенді з метою забезпечення рівномірної насипної густини по довжині (об'єму) виробу. Після засипки суміші порошку проводився процес квазіізостатичного пресування зображеного на рисунку 1.

Для зміни розмірів пор шару-основи фільтруючого матеріалу можливий варіант вводили в шихту наповнювач (уротропін). Після пресування при температурі 100 °С наповнювач вигорів з утворенням необхідної структури пор. Оптимальний тиск пресування склав $p = 80-100$ МПа, що забезпечило необхідне формоутворення пор [6].

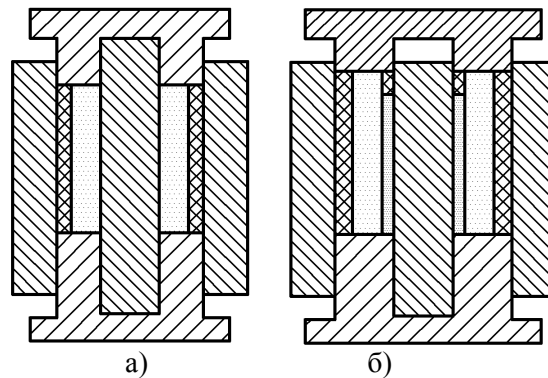


Рис. 1. Схема прес-форми квазіізостатичного методу: а) – пресування шару-основи; б) – пресування другого шару

Перед проведенням СВС-спікання зразки піддавали сушці при 250-300 °С в сушильній шафі для видалення абсорбованих порошків парів. Процес СВС здійснювався в лабораторній установці СВС-спікання (див. рис. 2.), яка являє собою товстостінну металеву ємкість циліндричної форми із сталі X18H9T об'ємом 15л та здатна витримувати високі тиски (до 20 МПа). Вона забезпечена вікнами із кварцового скла, що дозволяє візуально спостерігати за процесом горіння, а також фіксувати за допомогою підключених до комп'ютера через високошвидкісний аналого-цифровий перетворювач (АЦП) RL-16AIF та через бічні вікна цифрової фото відеокамери Canon PowerShot A480, оснащена системою газопостачання аргонем, манометром з точністю 0,001 МПа, а також молібденовими спіралями для підпалу (дріт товщиною 0,1 мм) та мікротермопарою ВР5-ВР20 для заміру температур горіння [7].

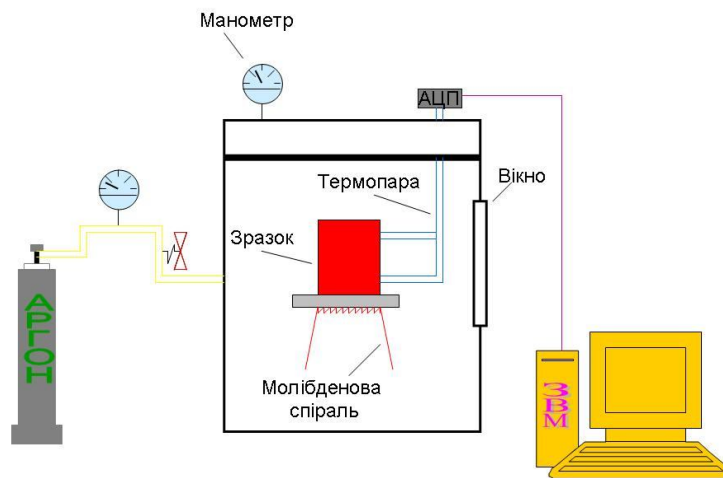


Рис. 2. Пристрій лабораторної установки СВС-спікання

Досліди проводили за наступною схемою. Зразок встановлювали на спеціальну підставку, де до низу та верху пресовки підводили мікро термопару. Спіраль для підпалу встановлювали внизу. Підставку із зразком поміщали в установку, після чого герметизували. Робочий простір лабораторної установки заповнювали інертним газом (аргоном) до тиску 0,1-10 МПа. Ініціювали процес СВ-синтезу шляхом розігріву молібденової спіралі, через яку пропускали струм 10 А. Швидкість поширення хвилі горіння визначали виходячи з показань мікротермопар, закріплених знизу та зверху зразка. Після завершення реакції горіння знижували тиск і охолоджували зразок протягом 0,5 годин, після цього установку розгерметизували. Зразок досліджували на пористість та проникність. Розміри пор визначали згідно ГОСТ 26849-85, коефіцієнт проникності ГОСТ 25283-82. Мікроструктуру продуктів горіння досліджували за допомогою електронного мікроскопа Philips CM30 (рис 3.).

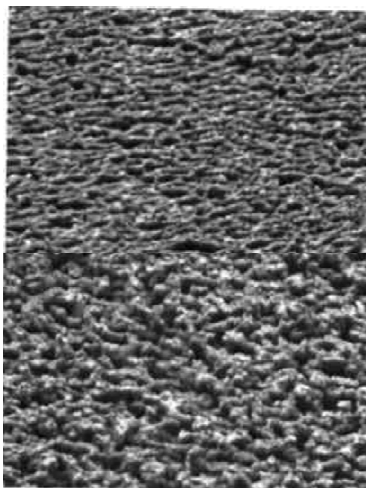


Рис. 2. Структура двошарового ФМ марки ПТХ-1 фракції (0,1...+0,063) та (-0,4...+0,315) мм

Отримані результати порівнювали з результатами, наведеними в [1], де представлені властивості двошарових ПФМ марки титану ПТХ-1 виготовлених квазіізостатичним пресуванням методом СВС-спікання представлені на рисунку 3.



Рис. 3. Зразок двошарового титанового фільтру виготовленого квазіізостатичним пресуванням марки ПТХ-1 методом СВС-спікання

Двошаровий ФМ залежності коефіцієнта проникності від середнього розміру пор ПФМ, отриманих квазіізостатичним і пресуванням в сталій прес-формі. Результати свідчать, що квазіізостатичне пресування дозволяє підвищити проникність при заданому розмірі пор на 40...55 % порівняно з ФМ, що виготовлені пресуванням в сталій прес-формі. На основі отриманих результатів було виготовлено дослідні партії двошарових ФМ простої і складної форми, які випробовувались для очищення питних та технічних вод. Враховуючи підвищену забрудненість дослідні партії ФМ виготовлялись марки ПТХ-1 за розробленою технологією. Дана технологія дозволяє отримувати двошарові ПФМ: пресування першого шару порошку заготовки, потім напрусування другого шару на перший. Більш тонкий шар з дрібного порошку, який займає близько 20 % загальної товщі ПФМ, гарантує високу якість фільтрування. При цьому проникність фільтруючого елементу зменшується приблизно на 20 % у порівнянні з проникністю ПФМ з такою ж товщю стінки, але виготовленого з порошку великої фракції. Результати проведених випробувань показують, що застосування двошарових ФМ на основі ПТХ-1 для очищення води

дало змогу за рахунок їх покращених властивостей (висока хімічна стійкість, необхідна механічна міцність, рівномірний розподіл пор по всій поверхні фільтрації, підвищена проникність та брудомісткість, можливість регенерації) збільшити тривалість експлуатації ФМ в 2,0 - 2,5 рази. Це підтверджує доцільність використання даної технології у виробництві порошкових фільтруючих матеріалів.

Висновок. На основі проведених теоретичних і експериментальних досліджень розроблена технологія отримання двошарових ФМ на основі титану марки ПТХ-1. В результаті випробувань встановлено, що запропонована технологія дозволяє скоротити енергосилові витрати на стадії пресування в 2 рази, на стадії спікання – в 1,3-1,5 рази за рахунок відсутності зовнішніх енерговитрат на спікання (СВС-спікання). Крім того, встановлено, що метод квазіізостатичного пресування в поєднанні із розробленою технологією підвищує рівномірність поророзподілу одношарових ФМ марки ПТХ-1 на 25-40 % і збільшує проникність на 25-30 % порівняно з аналогічними ФМ на марки ПТХ-1, що пов'язано з процесами СВС-горіння, збільшенням середніх розмірів пор, більш рівномірним розподілом густини по об'ємі і відсутністю поверхневого закриття пор. Крім того, кілька таких елементів можуть бути використанні одночасно в одній конструкції фільтра, що підвищують споживчі властивості виробу та збільшують тривалість експлуатації фільтруючого матеріалу в 2,0-2,5 рази, що підтверджує доцільність використання даної технології при виробництві порошкових ФМ.

1. Белов С.В., Витязь П.А., Шелег В.К. и др. Пористе проницаемые материалы. Справочник. – М.: Металургия. 1987. – 332 с.
2. Гатушкин А.А. Исследование фильтрующих свойств пористых материалов из несферических порошков / А.А. Гатушкин // Порошковая металлургия (Киев). – 1988. – №9. – С. 49-54.
3. Гнилиця І.Д., Криль Я.А., Грушецький М.В., Присяжнюк П.М. Формування структури та підвищення механічних властивостей керамічних матеріалів на основі нітриду кремнію при високотемпературному деформуванні // Прогресивні технології і системи машинобудування. – Вип. 1, 2 (43), – Одеса. – 2012. – С. 92-99.
4. Гулієва Н.М., Рудь В.Д., Устименко В.Д. Стан якості питної води Волинського регіону. // Наукові нотатки.: Міжвузівський збірник. Випуск 25, частина – Луцьк, 2009. – с. 126-129.
5. Мержанов А.Г., Карюк Г.Г. и др. Карбид титана, полученный методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза - высокоэффективный абразивный материал. // Порошковая металлургия, 1981. – № 10. – С. 50-59.
6. Повстяной О.Ю., Рудь В.Д., Заболотний О.В., Сичук В.А. Технологія отримання багатошарових порошкових фільтруючих матеріалів з відходів промислового виробництва. // Технологічні комплекси, № 2 (4), – 2011 – С. 385-392.
7. Сорокина А.Н., Савич В.В., Галкин А.Е., Капцевич В.М., Пилиневич Л.П. Разработка пористых порошковых материалов и изделий из них экологического назначения // Достижения науки и техники в области ресурсосбережения и экологии: Тез. докл. межд. конф. – Гомель, 1989. – С. 50-51.