

ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ ПОРОШКОВИХ ГРАДІЄНТНИХ МАТЕРІАЛІВ З ПОРОШКІВ СТАЛІ AISI430 ТА САПОНІТУ

¹Луцький національний технічний університет

Розроблено технологічний процес формування фільтрувального градієнтного матеріалу на основі порошків сталі AISI430 та сапоніту з використанням вібросегрегації. Цей процес дозволить вирішити завдання створення принципово нових матеріалів з унікальними властивостями та подальшим їх використанням у виробництві.

Ключові слова: шлам, легована сталь, сапоніт, вібраційне формування, спікання, пресування, концентрація ключового компонента.

Вступ

Проблема утилізації промислових відходів зі шламів хімічних, гальванічних та металообробних виробництв набуває сьогодні все більшої актуальності. Згідно з Державним класифікатором відходів ДК 005-96 відходи класу 2820.2.1.18 (шлам, що утворюється під час машинного оброблення у процесі формування металу) відносять до промислових (техногенних) відходів. Накопичувачі таких відходів як техногенні родовища складають загрозу довкіллю. Вирішення питання їх утилізації з використанням сховищ потребує чималих затрат.

Метою роботи є розробка технологічного процесу виготовлення градієнтних порошкових матеріалів методом віброформування з використанням відходів металообробки сталі AISI430 та природного мінералу сапоніту.

Результати дослідження

Для створення високоякісних фільтрів методами порошкової металургії важливим є правильний вибір матеріалів порошків. Відомі способи створення фільтрів з порошкових матеріалів для очищення водопровідної, підземної, річкової води і стічних вод [1—3]. Ті з них, що мають в основі активоване вугілля із 0,01...0,1 % включенням перманганату калію дозволяють проводити фільтрування рідини (як питної, так і технічної), але через швидке насичення сорбенту такий фільтр недовговічний. Фільтри на основі шламових відходів підшипникового виробництва можуть використовуватись лише для рідин, непридатних для подальшого споживання. Фільтри на основі титанового порошку та сапоніту призначені для фільтрування різних рідин. Вони довговічні, проте структура фільтру однорідна, він затримує забруднювальні домішки одного розміру по всій висоті фільтру, тобто достатньої тонкості фільтрування не відбувається. Тому, для досягнення мети поставлено задачу підібрати такий склад порошків, який задовольняв би таким вимогам:

- а) можливість фільтрування як технічної, так і питної води;
- б) довговічність;
- в) тонкість фільтрації менше 50 мкм.

В роботі використано порошки відновленого шламу нержавіючої сталі AISI430 та природного мінералу сапоніту $Mg[Si_4O_{10}](OH) \cdot nH_2O$.

Шлам сталі марки AISI430 (аналог 08X18H10) є відходами металошліфувального процесу у виробництві торгового обладнання холдингу «Модерн Експо» м. Луцьк. Цей матеріал має відмінний загальний опір корозії, хорошу пластичність та зварюваність. Його хімічний склад (у %) такий: С — до 0,8; Si — до 0,8; Mn, Ti та Cu — до 0,5; Ni — 9...11; P — до 0,035; Cr — 17...19; Fe — близько 69. Шлам сталі марки AISI430 отриманий методом сухого шліфування, вміст змащувально-охолоджувальної речовини нульова, вміст абразивних часток в одиниці об'єму шламу складає 34 %. Для очищення його від абразиву використано метод [4] магнітної сепарації для відокремлення металомісткої складової. Після операції очищення проведено металографічний аналіз з використанням програмного комплексу Smart-eye. Виявлено, що рештки абразиву в речовині склали 2 %, а розмір часток сталевих порошків — 0,15...0,6 мм (рис. 1).

З мікроструктури видно, що у сталевому порошку частинки мають пластинчасту, голчасту та округлу форму, яка відрізняється від сферичної, що суттєво впливає на параметри подальшого формування.

Порошок сапоніту $Mg[Si_4O_{10}](OH) \times nH_2O$, є природним мінералом Ташківського родовища, що на Хмельниччині. Після попереднього просушування сапоніту в лабораторній електрошафі за $t = 150^\circ C$ протягом 6 год. ситовим методом відбирали частки з гранулометричним складом 0,31...0,63 мм. Порошок сапоніту має насипну масу 0,96 кг/м³, густину 3,05...3,15 кг/м³. Згідно з металографічним аналізом за програмою Smart-eye відібраних зразків виявлено (рис. 2), що форма сапонітового порошку — еліпсоподібна та трикутна, більше наближена до сферичної.

Загальну схему технології виготовлення порошкового фільтрувального матеріалу на основі порошоків сталі AISI430 та сапоніту показано на рис. 3.

Як вихідний матеріал використовували шихту у співвідношенні 70 % шламу нержавіючої сталі AISI430 та 30 % сапоніту $Mg[Si_4O_{10}](OH) \times nH_2O$. Прес-форма являла собою циліндр висотою 80 мм з отвором діаметром $d = 50$ мм. Вібраційне формування градієнтної структури суміші проводилось на вібраційній механічній установці УВМ60/60, яка здійснює вертикальні, горизонтальні та комбіновані коливання. Вібраційне навантаження на шихту витримували в діапазоні частот 23...25 Гц з амплітудою коливань 3,6...4 мм протягом 120 сек. За допомогою віброперетворювача спеціальної конструкції вимірювали значення віброприскорення (м/с²) і вібропереміщення (мм).

Для спостереження за поведінкою часток використовували відеозйомку процесу, структурні параметри досліджувались за допомогою Shear USB microscope ($\times 400$). Неоднорідність розподілу часток у процесі віброформування визначали за ключовим компонентом — порошку нержавіючої сталі у представницьких елементах за допомогою коефіцієнта розподілу [5].

Залежність коефіцієнтів розподілу ключового компонента суміші [6] в представницьких елементах 1—3 від часу коливань показано на рис. 4.

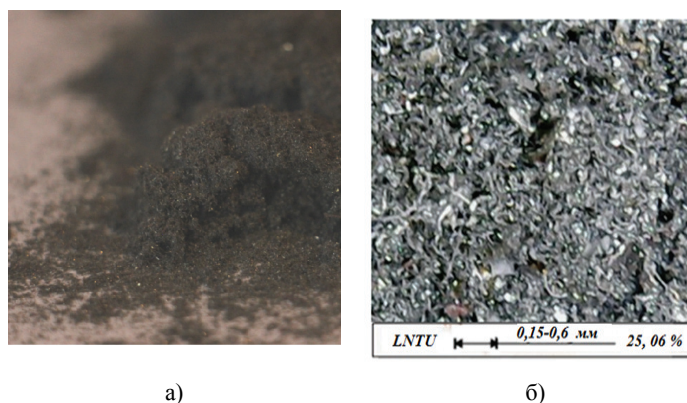


Рис. 1. Шлам AISI430: а — загальний вигляд до операції магнітної сепарації; б — мікроструктура сепарованого сталевого шламу за 400-кратного збільшення в Smart-eye

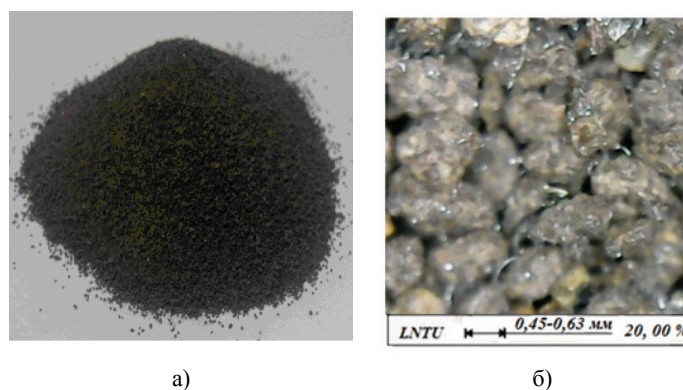


Рис. 2. Порошок природного сорбенту сапоніту: а — загальний вигляд; б — мікроструктура за 400-кратного збільшення в Smart-eye

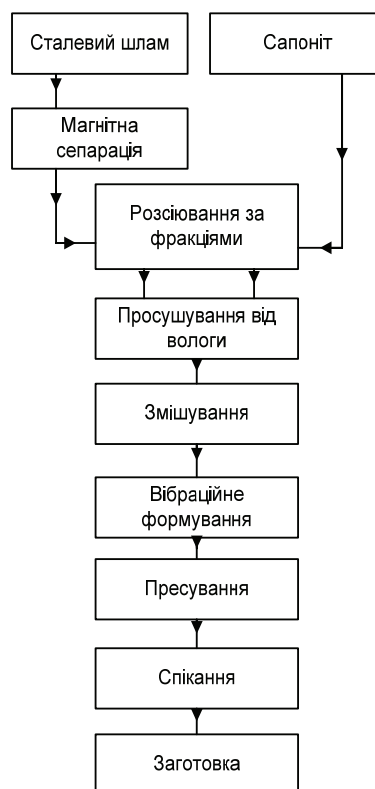


Рис. 3. Технологічна схема формування градієнтного фільтрувального матеріалу на основі шламу нержавіючої сталі AISI430 та сапоніту $Mg[Si_4O_{10}](OH) \times nH_2O$

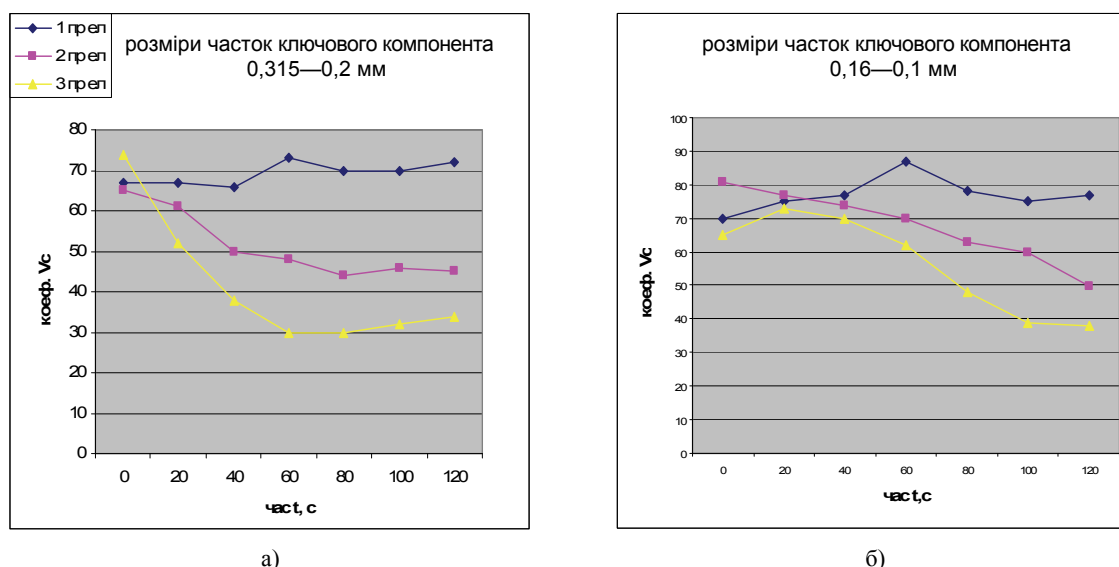


Рис. 4. Коєфіцієнт неорідності суміші представницьких елементів I—III в процесі вібросегрегації порошоків з розмірами часток: а — 0,315...0,2 мм; б — 0,16...0,1 мм

Частки дрібнішого розміру при накладанні параметрів вібраційного навантаження складніше піддаються сегрегації, імовірно, через меншу питому поверхню та більшу насипну щільність. Збільшення насипної щільності вказує на підвищену макроскопічність порошоків і спрощення їх форми, що зменшує тертя між частинками і забезпечує щільне заповнення ними певного об'єму.

Після віброформування первинної структури здійснювали квазістатичне пресування. Тиск пресування становить $P = 80...100$ МПа. Перед проведенням спікання зразки висувували в сушильній шафі за $t = 240$ °С. В результаті формування отриманий фільтрувальний матеріал пористістю 20 %.

Результати роботи апробовані та схвалені на Міжнародній науково-технічній інтернет-конференції «Сучасні вібраційні технології, машини, обладнання та динамічні процеси в них» [7]

Висновки

Розробка технології переробки відходів металошліфувального процесу і подальше використання їх як складових виробів, виготовлених методами порошкової металургії, дозволить вирішувати важливі питання утилізації, використання дешевої сировини і поліпшення екологічної обстановки у регіоні. Крім цього, процес переробки дозволить вирішити завдання створення принципово нових матеріалів з унікальними властивостями та подальшим їх використанням у виробництві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пат. 76002 Україна, МПК В01D39/00. Спосіб отримання фільтрів / О. Ю. Повстяной, В. Д. Рудь ; власник Луцький державний технічний університет. — № 20040604722; заявл. 16.06.2004; опубл. 15.06.2006, Бюл. № 6. — 2 с.
2. Пат. 27814 Україна, МПК В01J 20/02. Спосіб отримання фільтруючо-сорбуючого матеріалу / Є. В. Юрков, Я. А. Тугай, В. Є. Юрков, О. Д. Юрков ; власник Євген Вікторович Юрков. — № u201000295; заявл. 14.01.2010; опубл. 26.07.2010, Бюл. № 14. — 2 с.
3. Пат. 90891 Україна, МПК В01D39/00. Спосіб отримання фільтрів / В. Д. Рудь, Л. М. Самчук, Н. М. Гулієва, І. В. Савюк, Ю. В. Воробей ; власник Луцький національний технічний університет. — № u 2014 00820 ; заявл. 29.01.2014; опубл. 10.06.2014, Бюл. № 11. — 2 с.
4. Особливості технології виготовлення та фінішної прецизійної обробки підшипникових матеріалів на основі відходів швидкорізальних сталей / [А. П. Гавриш, Т. А. Роїк, П. О. Киричок та ін.] // Наукові Вісті НТУУ «КПІ». — 2011. — № 1. — С. 97—108.
5. Христинець Н. А. Дослідження методу вібраційної сегрегації у формуванні градієнтної структури порошкових матеріалів / В. Д. Рудь, Н. А. Христинець // Сучасні технології в механіці : Міжнародна конференція молодих науковців : матер. — 21—23 квітня 2016 року, м. Хмельницький / Вісник Хмельницького національного університету, 2016. — Вип. 3. — С. 34—41.
6. Христинець Н. А. Вплив віброколивань на структуроутворення зразків композиційного матеріалу (перше повідомлення) / В. Д. Рудь, Н. А. Христинець // Proceedings of the II-nd International Scientific and Practical Conference «New Opportunities in the World Science (August 30—31, 2016) Abu Dhabi, UAE». — Dubai. : Rost Publishing, 2016. — P. 43—47.
7. Н. А. Христинець Використання шламів легованої сталі та порошоків сапоніту для формування пористих порошкових фільтрів [Електронний ресурс] / Н. А. Христинець, В. Д. Рудь // Сучасні вібраційні технології, машини, обладнання та динамічні процеси в них : Міжнар. наук.-техн. інтернет-конф. : матер. — Режим доступу : <http://vibrokonf.vntu.edu.ua/articles%202016/rud.pdf>.

Рекомендована кафедрою технологія підвищення зносостійкості ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 12.12.2016

Рудь Віктор Дмитрович — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерного проектування верстатів та технологій машинобудування;

Хрystинець Наталія Анатоліївна — асистент кафедри комп'ютерної інженерії, e-mail: hrystynets.at.ua@gmail.com .

Луцький національний технічний університет, Луцьк

V. D. Rud¹
N. A. Khrystynets¹

Technology of Receipt of Powder-like Gradient Materials from Powders AISI430 and Saponite

¹Lutsk National Technical University

The technological process of forming of filter gradient material on the basis of powders AISI430 and saponite with the use of vibrosegregation has been developed. This process will allow deciding the task of creation of fundamentally new materials with unique properties and their further use in production.

Keywords: sludge, alloy steel, saponite, vibration molding, sintering, pressing, concentration of key component.

Rud Viktor D. — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of Computer-Aided Design Tools and Engineering Technologies;

Khrystynets Natalia A. — Assistant of the Chair of Computer Engineering, e-mail: hrystynets.at.ua@gmail.com

В. Д. Рудь¹
Н. А. Хрystинець¹

Технология получения порошковых градиентных материалов из порошков стали AISI430 и сапонита

¹Луцкий национальный технический университет

Разработан технологический процесс формирования фильтрующего градиентного материала на основе порошков стали AISI430 и сапонита с использованием вибросегрегации. Этот процесс позволит решить задачу создания принципиально новых материалов с уникальными свойствами и дальнейшим их использованием в производстве.

Ключевые слова: шлам, легированная сталь, сапонит, вибрационное формование, спекание, прессование, концентрация ключевого компонента.

Рудь Виктор Дмитриевич — д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой компьютерного проектирования станков и технологий машиностроения;

Хрystинець Наталья Анатольевна — ассистент кафедры компьютерной инженерии, e-mail: hrystynets.at.ua@gmail.com