

Христинець Н. А., Рудь В. Д.

ВИКОРИСТАННЯ ШЛАМІВ ЛЕГОВАНОЇ СТАЛІ ТА ПОРОШКІВ САПОНІТУ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПОРИСТИХ ПОРОШКОВИХ ФІЛЬТРІВ

В роботі представлені результати технологічного процесу формування фільтруючого градієнтного матеріалу на основі порошків сталі та сапоніту з використанням технології вібросегрегації.

В работе представлены результаты технологического процесса формирования фильтрующего градиентного материала на основе порошков стали и сапонита с использованием технологии вибросегрегации.

Актуальність. Проблема утилізації промислових відходів зі шламів хімічних, гальванічних та металообробних виробництв набуває сьогодні все більшої актуальності. Згідно Державного класифікатора 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 в якості техногенних родовищ складають загрозу довколишньому середовищу. Вирішення питання їх утилізації з використанням сховищ потребує чималих затрат. Розробка технології переробки таких відходів і подальше використання їх у якості складових для 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.

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

Основна частина. 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 з 0,01-0,1% включенням перманганату калію дозволяють проводити фільтрування рідини (як питної, так і технічної), але через швидке насичення сорбенту такий фільтр не довговічний. Фільтри на основі шламових відходів підшипникового виробництва можуть використовуватись лише для рідин, що не придатні в подальшому для споживання. Фільтри на основі титанового порошку та сапоніту призначені для фільтрування різного типу рідин. Вони довговічні, проте структура фільтру однорідна, він затримує забруднюючі 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 наступним вимогам:

- а) призначений для фільтрування як технічної, так і питної води;
- б) довговічний;
- в) володіє тонкістю 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 володіє відмінним загальним опором корозії, хорошою пластичністю та

зварюваністю. Його хімічний склад (у %) наступний: 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-охолоджуючої речовини нульова, вміст абразивних часток в одиниці об'єму шламу складає 34%. Для очищення його від абразиву був використаний метод [4] магнітної сепарації для відокремлення металоміської складової. Після операції очищення було проведено металографічний аналіз з використанням програмного комплексу Smart-eye. Виявлено, що рештки абразиву в речовині склали 2%, а розмір часток сталевого порошку – 0,15..0,6мм (рис.1):

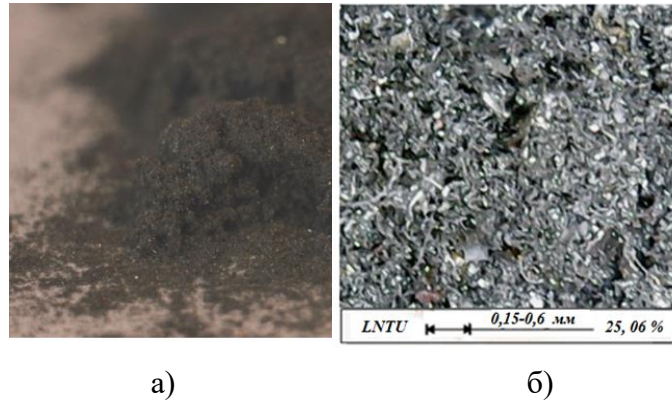


Рис. 1 – Шлам AISI430: а) загальний вигляд до операції магнітної сепарації; б) мікроструктура сепарованого сталевого шламу при 400-кратному збільшенні в Smart-eye.

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

Порошок сапоніту $Mg[Si_4O_{10}](OH)_x \cdot nH_2O$, є природним мінералом Ташківського родовища, що на Хмельниччині. Після попереднього просушування сапоніту в лабораторній електрошафі при $t=150^0$ протягом 6 год. ситовим методом відбирали частки з гранулометричним складом 0,31..0,63 мм. Порошок сапоніту володіє насипною масою 0,96 кг/м³, густиною 3,05-3,15 кг/м³. Згідно металографічного аналізу за програмою Smart-eye відібраних зразків виявлено (рис. 2), що форма сапонітового порошку – еліпсоподібна та трикутна, більше наближена до сферичної.

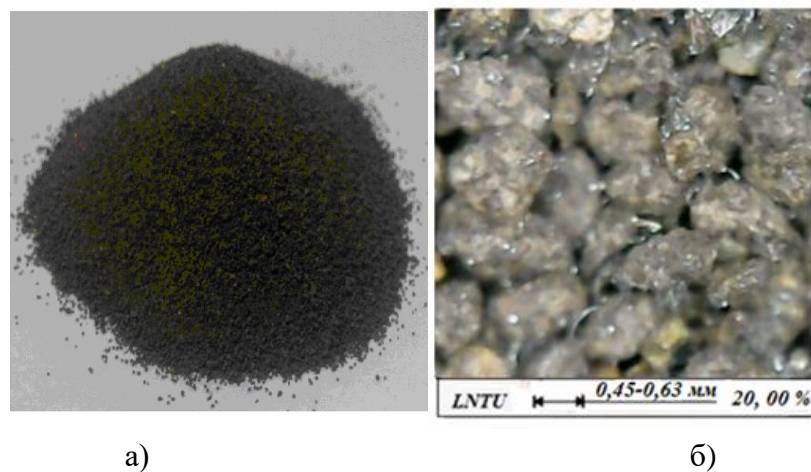


Рис. 2 – Порошок природного сорбенту сапоніту: а) загальний вигляд; б) мікроструктура при 400-кратному збільшенні в Smart-eye.

Загальну схему технології виготовлення порошкового фільтруючого матеріалу на основі порошоків сталі AISI430 та сапоніту наведено на рис.3:

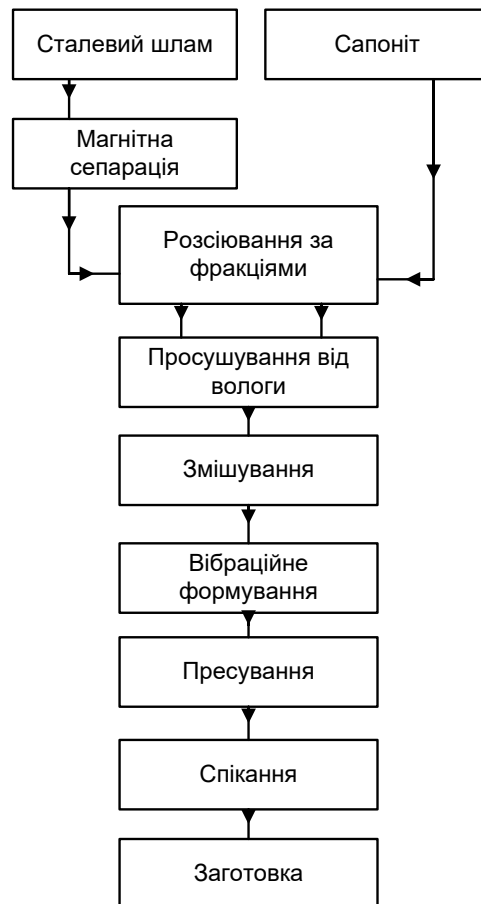


Рис.3 – Технологічна схема формування градієнтного фільтруючого матеріалу на основі шламу нержавіючої сталі AISI430 та сапоніту $Mg[Si_4O_{10}](OH) \times nH_2O$

У якості вихідного матеріалу використовували шихту у співвідношенні 70% шламу нержавіючої сталі AISI430 та 30% сапоніту $Mg[Si_4O_{10}](OH) \times nH_2O$. Прес-форма представляла собою циліндр висотою 80мм з внутрішнім 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 120сек. За допомогою віброперетворювача спеціальної конструкції вимірювали значення віброприскорення (m/s^2) і вібропереміщення (мм).

Для спостереження за поведінкою часток використовували відеозйомку процесу, структурні параметри досліджувались за допомогою Shear USB microscope (x400). Неоднорідність розподілу часток у процесі віброформування визначали по ключовому компоненту – порошку нержавіючої сталі у представницьких елементах за допомогою коефіцієнта розподілу [5]. Залежність коефіцієнтів розподілу ключового компоненту суміші [6] в представницьких елементах 1-3 від часу коливань наведено на рис.4.

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.

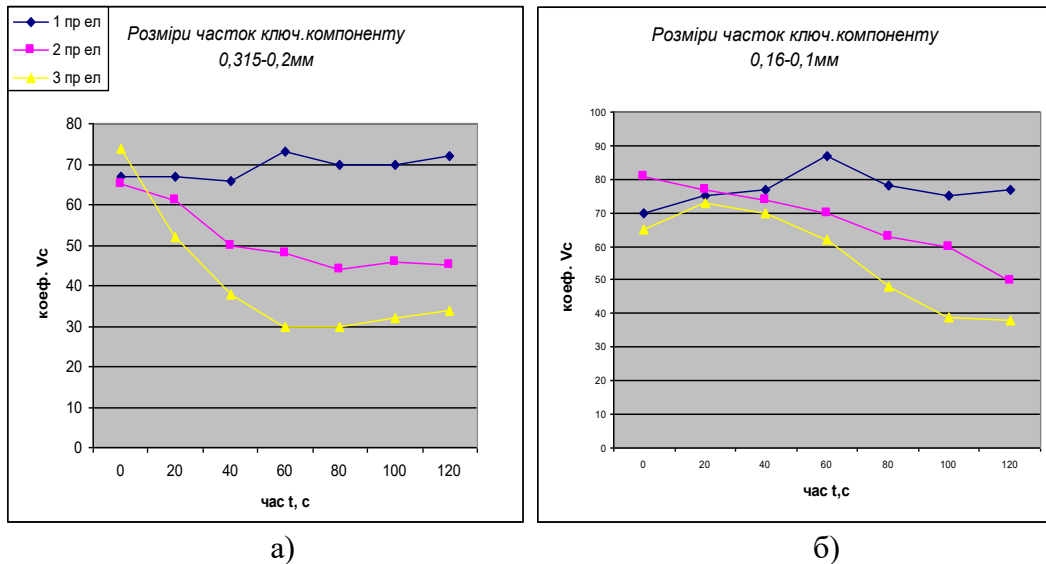


Рис.4 – Коефіцієнт неорідності суміші представницьких елементів I-III в процесі вібро segregації порошків з розмірами часток: а) 0,2-0,063мм; б) 0,315-0,2мм.

Після віброформування первинної структури здійснювали квазістатичне пресування. Тиск пресування становить $P=80-100$ МПа. Перед проведенням спікання зразки піддавали сушці в сушильній шафі при $t=240^{\circ}\text{C}$. В результаті формування отриманий фільтруючий матеріал володіє значенням пористості 20%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Патент України №76002, кл. B01D 39/00, 2006 р.
2. Патент України №27814, кл. B01D 39/00, B01J 20/00, B01J 20/30, C02F 1/00, 2007 р.
3. Патент України №90891, кл. B01D 39/00, 2014 р.
4. Особливості технології виготовлення та фінішної прецизійної обробки підшипникових матеріалів на основі відходів швидкорізальних сталей / А.П. Гавриш, Т.А. Роїк, П.О. Киричок и др. / Наукові Вісті НТУУ «КПІ». – 2011. – №1. – С. 97-108.
5. Христинець Н.А. Дослідження методу вібраційної сегрегації у формуванні градієнтної структури порошкових матеріалів. // Рудь В.Д., Христинець Н.А. // [Матеріали Міжнародна конференція молодих науковців «Сучасні технології в механіці», – 21-23 квітня 2016 року], м. Хмельницький. /Вісник Хмельницького національного університету, 2016. – Вип.3. – С. 34-41.
6. Н.А.Христинець. 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 Opportunisties in the World Science (August 30-31, 2016) Abu Dhabi, UAE». – Dubai.: Rost Publishing, 2016. – P. 43-47.

Відомості про авторів

Христинець Наталія Анатоліївна – асистент кафедри комп'ютерної інженерії,
Луцький національний технічний університет

Рудь Віктор Дмитрович – д.т.н., професор, завідувач кафедри КПВ та ТМ, Луцький
національний технічний університет