

## ДИСПЕРСНО-НАПОВНЕНІ КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

В роботі приведено результати дослідження дисперсно-наповнених композиційних матеріалів, виготовлених на основі техногенних відходів. Проаналізовано перспективи впровадження нових ресурсозберігаючих технологій переробки фосфогіпсів з отриманням будівельних матеріалів поліфункціонального призначення. Представлено результати досліджень зразків-моделей нового композиційного матеріалу.

**Ключові слова:** композиційний матеріал, фосфогіпс, зола-виносу.

### Abstract

The paper presents the results of the study of dispersed-filled composite materials made on the basis of man-made waste. Prospects for the introduction of new resource-saving technologies for processing phosphogypsum to obtain building materials for multifunctional purposes are presented. The results of research samples of new composite material are presented.

**Keywords:** composition material, porous structure, phosphogypsum, ash-removal.

В умовах енергодефіциту економіки України гостро постає питання розробки і впровадження нових низько-енергоємних технологій для підприємств промисловості будівельних матеріалів. Ресурсо- і енергозбереження для технологічних циклів випуску матеріальних ресурсів на підприємствах виробничої бази будівельної галузі є головним вектором у розвитку конкурентоздатної господарської діяльності. Разом з тим запровадження сучасних науково-інженерних рішень на етапах проектування і створення будівель і споруд також сприятиме скороченню експлуатаційних витрат для самих об'єктів нерухомості [ 1- 4].

Традиційно в будівельній практиці для виготовлення штучних композиційних матеріалів, виробів і товарних бетонів та розчинів головна перевага надається гідравлічним в'язучим. Цементи є найбільш доступним з точки зору технологічності виробничих операцій і логістичних комунікацій сировинним компонентом будівельних сумішей, хоча у структурі загальної собівартості сировинних сумішей його вартість займає подекуди від 30 до 60 % [5]. Таким чином одним з резервів в напрямку ресурсозберігаючих технологій будівельних матеріалів є пошук альтернативних розробок по створенню ефективних в'язучих з мінімізованими капітальними витратами для їх виробництва.

Відомо, що використання вторинних ресурсів у технологіях виробництва будівельних матеріалів, розчинів і бетонів набуває популярності серед існуючих напрямків наукових досліджень будівельному в матеріалознавстві. Серед існуючих наукових напрацювань значну у вагу привертає комплексна ресурсозберігаюча технологія переробки токсичних відходів підприємств хімічної промисловості (фосфогіпс) і золи-виносу ТЕС для виготовлення штучних будівельних композиційних матеріалів і виробів. Характерними особливостями такої технології є безвідходна утилізація шкідливих хімічних речовин в процесі шляхом нейтралізації мінеральною складовою золою-виносу в технологічному процесі комплексної механо-хімічної активації. Використання попередньо обробленої золи-виносу в електромагнітному полі (НВЧ-технології) призводить до зростання дисперсності частинок сировинного матеріалу, в результаті температурних деформації при нагрівання відбувається руйнування її скловидної оболонки і при цьому вивільняються активні частинки кремнезему і глинозему. Результатом наступної технологічної операції механо-хімічної активації протягом тривалої гомогенізації суміші фосфогіпсу і золи-виносу є інтенсифікація процесів фізико-хімічних взаємодій компонентів суміші, здатних впливати на фізико-механічні властивості отриманих в подальшому будівельних матеріалів [ 6-9].

Одним з методів отримання композиційного матеріалу поліфункціонального призначення є додавання до складу активованої суміші фосфогіпсу і золи-виносу дрібнодисперсних металевих порошоків (відходи металообробки). Порошки заліза за своїми фізичними параметрами можна віднести до групи дисперсних заповнювачів. Середній розмір частинок порошоків складає  $2 \times 10^{-5}$  м, а показник питомої поверхні такого заповнювача варіюється в межах  $(0,5 \div 2,0) \times 10^3$  м<sup>2</sup>/кг. Характерними показниками хімічного складу порошоків є високий процентний вміст заліза, який складає 86,3 ,87,96%. В процесі обробки

металів і під час тривалого зберігання відходів у відкритих відвалах відбувається глибоке окислення поверхонь частинок порошоків заліза. Оксидний шар складають гематит ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), магнетит ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), юстит (розчин  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  у  $\text{FeO}$ ), лапідокрит ( $\text{FeO}(\text{OH})$ ). Відповідно до класифікації в'язучих речовин за результатами досліджень Федорова М.Ф., використання у якості заповнювача металевих порошоків з високим вмістом оксидів спонукатиме до інтенсифікації фізико-хімічних взаємодій в суміші багатокомпонентного дисперснонаповненого композиційного матеріалу [10-13].

Для проведення експериментальних досліджень використовували фісфогіпси Вінницького ВО «Хімпром», золу-виносу Ладжинської ТЕС, дрібнодисперсні порошки заліза – накопичені у відвалах металеві шлами підшипникових виробництв. Комплексна ресурсозберігаюча технологія виготовлення композиційного матеріалу передбачає попередню електромагнітну активацію суміші кремнеземистого і металевих компонентів у полі НВЧ-опромінення. Наступним етапом технології є додавання до складу суміші фосфогіпсу і води з подальшим перемішуванням компонентів, що сприятиме інтенсифікації процесів фізико-хімічних взаємодій в системі залізофосфатного в'язучого. Сформовані зразки-моделі будівельних виробів у формі балочок витримували в пропарювальній камері. Результати фізико-механічних характеристик зразків наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Склад і фізико-механічні властивості зразків

Складу сухої суміші	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$R_{зг}$ , МПа	$R_{ст}$ , МПа
(ЗВ+ПЗ):ФГ=2,0:2	2080	3,4	6,3
(ЗВ+ПЗ):ФГ=1,5:2	1980	4,4	7,6
(ЗВ+ПЗ):ФГ=1,0:2	1860	3,2	6,2
(ЗВ+ПЗ):ФГ=1,5:2 з добавкою “С-3”	2010	4,8	8,4

Примітка: ЗВ – зола-виносу; ПЗ – порошок заліза; ФГ – фосфогіпс;  $R_{зг}$  – міцність при згині;  $R_{ст}$  – міцність при стиску.

Отримані результати дослідження фізико-механічних характеристик зразків дисперсно-наповненого композиційного матеріалу свідчать про можливість використання запропонованої ресурсозберігаючої технології переробки техногенних відходів для отримання будівельних виробів поліфункціонального призначення. Наявність у структурі композиційного матеріалу металевих заповнювачів забезпечує набування ним струмопровідних властивостей, отже виготовлені зразки можуть в подальшому бути впроваджені як елементи низькотемпературних систем теплих підлог для приміщень нежитлового призначення. Крім того наявність струмопровідних властивостей для елементів покриття підлог дозволить облаштування систем антистатичного захисту для виробничих приміщень [13-15].

Дослідження радіаційно-захисних властивостей виробів з металонасичених бетонів (бетели-м) підтвердили, що використання металевих заповнювачів у складі композиційного матеріалу супроводжується набуванням ним підвищених екрануючих характеристик порівняно з іншими матеріалами при однакових показниках середньої густини виробів. Отже використання у складі дисперсно-наповненого композиційного матеріалу порошоків заліза і формування у його структурі струмопровідної матриці наряду з задовільними фізико-механічними характеристиками виробів забезпечить набування ним радіаційно-захисних властивостей.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Копейкин В.А., Петрова А.П., Рашкован И.Л. Материалы на основе металлофосфатов / В.А. Копейкин, А.П. Петрова, И.Л. Рашкован. – М.: Химия, 1976. – 200 с.
2. Лемешев М.С. Комплексна переробка техногенних відходів хімічної промисловості та металообробних виробництв / М.С. Лемешев, О.В. Христюк, О.В. Березюк // Materiály XI Mezinárodní vědecko-praktická konference «Aktuální vymoženosti vědy – 2015». – Praha (Chech): Publishing House «Education and Science» s.r.o, 2015. – Díl 7. Fyzika. Matematika. Moderní informační technologie. Výstavba a architektura. Technické vědy. – S. 60-62.

3. Лемешев М.С. Легкі бетони отримані на основі відходів промисловості / М. С. Лемешев, О.В. Березюк // Сборник научных трудов SWorld. – Иваново : МАРКОВА АД, 2015. – № 1 (38). Том 13. Искусствоведение, архитектура и строительство. – С. 111-114.
4. Сердюк В.Р. Комплексне в'язуче з використанням мінеральних добавок та відходів виробництва / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев, О.В. Христин // Будівельні матеріали, виробництво та санітарна техніка. Науково-технічний збірник. – 2009. – Випуск 33. – С. 57-62.
5. Ковальський В.П. Обґрунтування доцільності використання золошламового в'язучого для приготування сухих будівельних сумішей / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, М. С. Лемешев, А. В. Бондар. // Рівне: Видавництво НУВГіП, 2013. – Випуск 26. – С. 186 – 193.
6. Лемешев М.С. Электротехнические материалы для защиты от электромагнитного загрязнения окружающей среды / М.С. Лемешев, А.В. Христин // Инновационное развитие территорий : Материалы 4-й Междунар. науч.-практ. конф. (26 февраля 2016 г.). – Череповец : ЧГУ, 2016. – С. 78-83.
7. Сердюк В.Р. Пути использования дисперсных металлических шламов / В.Р. Сердюк, О.В. Христин, М.С. Лемешев // 36. наук. пр. Міжнародної науково-практичної конференції “Енергозберігаючі технології. Застосування відходів промисловості в будівельних матеріалах та будівництві”. – Київ: Пульсари. – 2004. – С. 119-126.
8. Сердюк, В.Р. Строительные материалы и изделия для защиты от электромагнитного излучения радиочастотного диапазона / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев. // Строительные материалы и изделия. – 2005. – №6. – С. 8-12.
9. Сердюк В. Р. Золоцементне в'язуче для виготовлення ніздрюватих бетонів / В. Р. Сердюк, М. С. Лемешев, О.В. Христин // Сучасні технології матеріалів і конструкції в будівництві. Науково-технічний збірник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2011. – №1(10). – С. 57-61.
10. Лемешев М.С. Формування структури електропровідного бетону під впливом електричного струму / М.С. Лемешев // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві: Науково-технічний збірник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця. – 2006. – С. 36-41
10. Лемешев М.С. Технологічні особливості формування електротехнічних властивостей електропровідних бетонів / М.С. Лемешев., О.В. Березюк., О.В. Христин // Мир науки и инноваций. – Иваново: Научный мир, 2015. – Випуск 1 (1). Том 10. География. Геология. Искусствоведение, архитектура и строительство. – С. 74-78.
11. Христин О.В. Формування мікроструктури бетонів для захисту від іонізуючого випромінювання / Христин О.В., Лемешев М.С.//Вісник Вінницького політехнічного інституту. -Вінниця: ВДТУ. 1998. -№ 2. - С. 18 - 23.
12. Лемешев М.С. Теоретические предпосылки создания радиопоглощающего бетона бетела-м // Вісник Донбаської державної академії будівництва і архітектури. –Макіївка: ДДАБА. –2005. -№1. –С.60-64.
13. Сердюк В.Р. Пути использования дисперсных металлических шламов / Сердюк В.Р., Христин О.В., Лемешев М.С.// Міжнародна науково- практична конференція “Енергозберігаючі технології. Застосування відходів промисловості в будівельних матеріалах та будівництві”. – Київ: Пульсари. –2004. –С. 119-126.
14. Сердюк В.Р. Поліфункціональні властивості бетела-м / Сердюк В.Р., Христин О.В., Лемешев М.С.// Тези докладів Міжнародної науково-технічної конференції “Ресурсо-економні матеріали, конструкції, будівлі та споруди”. -Рівне: УДАВГ.-1996.- С. 34.
15. Сердюк В.Р. Екрани від іонізуючого випромінювання / Сердюк В.Р., Христин О. В., Лемешев М.С. // Тези доповідей науково-технічної конференції “Індивідуальний житловий будинок”. -Вінниця: ВДТУ.- 1996.- С. 29.

**Христин Олександр Володимирович**, к.т.н., доцент, доцент кафедри МБЦО Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця. Email: [dockhav@mail.ru](mailto:dockhav@mail.ru).

**Khrystych Oleksandr**, associate professor, associate professor of department MBPC the Vinnytsya national technical university, c.Vinnytsya. Email: [dockhav@mail.ru](mailto:dockhav@mail.ru).