

Композиція, що містить портландцемент та золу-виносу має недостатню газотримувальну здатність, оскільки частинки золи-виносу мають округлу форму, що не сприяє отримуванню газів в структурі і дозволяє досягнути кратності спучування 2,6, в той час як при використанні метакаоліну, кратність спучування становить 3,3. Для покращення рівномірного розподілу пор за розмірами, а отже підвищення теплоізоляційних характеристик, вводили повітрязахоплюючу добавку. Так, введення 1 мас.% добавки дозволяє отримати оптимальну пористу структуру, яка характеризується рівномірним розподілом пор з розміром 0,2 – 1 мм. Таким чином, газобетон, отриманий на основі модифікованої цементної композиції, що містить портландцемент, метакаолін, суперпластифікатор і повітрязахоплюючу добавку характеризується міцністю при стиску – 4,0 МПа, середньою густиною – 750 кг/м<sup>3</sup>, розрахунковий коефіцієнт теплопровідності – 0,26 Вт/м·К і може бути рекомендований, як конструкційно-теплоізоляційний матеріал при зведенні енергоефективних огорожуючих конструкцій.

### **ФОСФОГІПСОЗОЛОЦЕМЕНТНІ ТА МЕТАЛОФОСФАТНІ В'ЯЖУЧІ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА**

М.С. Лемешев, О.В. Христич, О.В. Березюк  
Вінницький національний технічний університет

Економія палива і електроенергії, використання побічних продуктів промисловості, зниження рівня забруднення навколишнього середовища, зменшення витрат природної сировини — є найважливішою задачею, що стоїть перед промисловістю будівельних матеріалів. Одним із перспективних напрямків розв'язання стратегічних задач будівельного комплексу є використання багатотоннажних відходів - фосфогіпсів, золи-виносу, дисперсних металевих шламів та місцевих природних сировинних ресурсів в технології виробництва ефективних будівельних матеріалів.

Серед великої кількості відомих технологій виробництва будівельних матеріалів з використанням техногенних відходів немає таких які б широко використовувалися в промисловості будівельних матеріалів та виробів. Так як ці технології, як правило, пов'язані з глибокою очисткою, термічною обробкою вторинних продуктів промисловості, що суттєво ускладнює технологічний процес та призводить до повторного накопичення шкідливих відходів.

Пошук нових в'язучих речовин обумовлений в основному двома причинами: з однієї сторони, великою енергоємністю і, як наслідок, високою собівартістю виробництва портландцементу; з другої сторони, потребою в матеріалах зі спеціальними властивостями (стійкістю до дії високих температур, агресивних речовин, радіаційного випромінювання, біологічних організмів, з високою чи низькою густиною тощо). Розвиток технологічних процесів в галузях народного господарства, зміна запитів споживачів до будівельної продукції вимагають розробки нових будівельних матеріалів і, в першу чергу, в'язучих.

Отримання фосфогіпсозолоцементних та металофосфатних в'язучих на основі відходів хімічної промисловості і металообробних виробництв дозволяють вирішити актуальну для України проблему енерго та ресурсозбереження шляхом створення нових будівельних матеріалів поліфункціонального призначення.

У Вінницькій області на території колишнього ВО "Хімпром" накопичено близько 800 тис. тон шкідливих хімічних відходів - фосфогіпсів. Другим шкідливим продуктом виробничої діяльності регіону є накопичення зола-шлакових відходів на Ладжинській ТЕС і теперішня їх кількість дорівнює біля 20661 тис. тон. На підприємствах металообробних виробництв регіону накопичено близько 300 тис тон дисперсних металевих відходів –шлами.

В "Лабораторії ресурсозберігаючих технологій та спеціальних бетонів" Вінницького національного технічного університету проводяться дослідження по комплексній переробці техногенних відходів (золи-виносу, фосфогіпсу, металевого шламу) для отримання комплексного металозолофосфатного в'язучого (МЗФВ).

Запропоноване комплексне в'язуче можна використовувати для виготовлення жаростійких бетонів. В якості оксидного компоненту в'язучого доцільно застосовувати залізозміщуючі відходи промисловості. Наприклад, відходи металообробних виробництв, які представляють собою тонкодисперсний металевий шлам. До його складу входять: 70÷75%  $Fe_2O_3$ , 5÷6%  $FeO$ .

Проведені нами наукові дослідження спрямовані на комплексну переробку фосфогіпсових відходів, золи-виносу і металевих шлаків. Метою даних досліджень є розробка нової безвідходної технології переробки фосфогіпсу шляхом його відмивання з використанням дефлокулюючих добавок і отримання гіпсового в'язучого  $\beta$  - модифікації та послідуєuche використання кислих стоків для отримання нового різновиду комплексного в'язучого МЗФВ.

В результаті вивчення можливості відмивання залишків кислот з фосфогіпсу, встановлено оптимальне співвідношення між його масою і масою води, яке дорівнює 1. При зменшенні кількості твердої частки у 1,5-2 рази отримані водні розчини кислоти малої концентрації 0,5-1%, що недостатньо для послідуячого використання їх для хімічної активації зольної складової.

Одним із способів підвищення концентрації кислоти у воді під час відмивання ФГ є використання дефлокулюючих хімічних добавок, які сприятимуть розчепленню і руйнуванню флокул і псевдочастинок твердих відходів.

Серед залізовміщуючих дисперсних відходів металообровоної промисловості, варто відмітити шлами шарикопідшипникового виробництва. Даний шлам практично не переробляється через високу дисперсність і вміст мастильно-охолоджувальних речовин. Він утворюється при виготовленні підшипників із сталі ШХ-15. Процентний вміст заліза складає  $86,3 \div 87,96\%$ . Середній розмір частинок шламу складає  $2 \times 10^{-5}$  м. Питома поверхня даного порошку досягає  $0,5 \div 2 \times 10^3$  м<sup>2</sup>/кг. При зберіганні шламу у відкритих відвалах відбувається глибоке окислення заліза і висихання водних складових мастильно-охолоджувальних речовин. Оксидний шар складають гематит (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), магнетит (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>), юстит (розчин Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> у FeO), лапідокрит (FeO(OH)).

Авторами сформульована гіпотеза про можливість отримання МЗФВ на основі фосфогіпсових відходів, металевих шламів підшипникового виробництва і золи-виносу. Для перевірки наукової гіпотези в лабораторних умовах були виготовлені зразки-балочки із суміші фосфоангідриту і відвального шламу сталі ШХ-15, та золи-виносу Ладжинської ТЕС. Крім шламів сталі ШХ-15 для порівняння використовували Броварський порошок залізний розпилений (ПЗР), який застосовується в порошковій металургії.

Оскільки вміст H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> у фосфогангідриті незначний, то для підвищення дії малих добавок ортофосфорної кислоти на оксиди заліза, суміш гомогенізували у шаровому млині на протязі 10 хв. Вміст компонентів у масовому відношенні – фосфоангідрит:металевий шлам:зола-виносу = 3:1:0,5. Відформовані зразки пропарювали при температурі 90–95 оС. Режим пропарювання 3+6+3 год. Основні фізико-механічні властивості дослідних зразків розробленого будівельного матеріалу наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

**Фізико-механічні характеристики зразків МЗФВ**

Вид залізовміщуючого порошку	Середня густина зразків, кг/м <sup>3</sup>	Границя міцності при стиску, МПа
Металевий шлам Вінницького підшипникового заводу	1875	6,8
Броварський ПЗР	2013	5,5

Отримані позитивні результати досліджень фізико-механічних властивостей зразків підтверджують доцільність продовження подальших наукових досліджень. Зокрема, для підвищення міцності та інтенсифікації твердіння передбачається в склад сумішей МЗФВ ввести природні мінеральні добавки Вінницького регіону. Після оптимізації рецептурно-технологічних факторів комплексного в'язучого планується вивчення спеціальних властивостей виробів, отриманих на основі нового композиційного матеріалу.

## **ОСНОВНІ АСПЕКТИ ЗАПРОВАДЖЕННЯ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ В УКРАЇНІ**

І. М. Лебедик, науковий керівник асист. А. В. Кірейцева  
Житомирський державний технологічний університет

Індустріальний розвиток суспільства призвів до значного погіршення екологічної ситуації на нашій планеті. Це проявляється в скороченні корисних копалин, недостачі енергетичних природних ресурсів (кам'яного вугілля, нафти та газу тощо), значному погіршенні екологічної ситуації на планеті. Що стосується України, то наша держава є досить багата на природні ресурси, проте існує проблема їхнього збереження та раціонального використання. Для вирішення даної ситуації необхідно впроваджувати політику ресурсозбереження.

Під ресурсозбереженням слід розуміти такий метод господарювання, який охоплює комплекс нормативно-правових, економічних, організаційних заходів, що направлені на раціональне використання ресурсів та забезпечення потреб в них, головним чином, за рахунок використання концепції економії. Нормативно-правові заходи є