

*М. С. Лемешев, к.т.н., доцент, ВНТУ*  
*М. Ю. Стаднийчук, студент группы Б-15б, ФСТИГ, ВНТУ*

## **ЖАРОСТОЙКОЕ ВЯЖУЩЕЕ НА ОСНОВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ**

Поиск новых вяжущих веществ обусловлен в основном двумя причинами: с одной стороны, большой энергоемкостью и, как следствие, высокой себестоимостью производства портландцемента, с другой стороны, потребностью в материалах со специальными свойствами (устойчивостью к воздействию высоких температур, агрессивных веществ, радиационного излучения) [1-2].

В "Лаборатории ресурсосберегающих технологий и специальных бетонов" Винницкого национального технического университета проводятся исследования по комплексной переработке техногенных отходов (золы-уноса, фосфогипса, металлического шлама) с целью получения жаростойкого металлозолофосфатного вяжущего. Такое вяжущее можно использовать также для изготовления жаростойких бетонов.

Задача прироста прочности строительных изделий с специальными свойствами, может решаться эффективными традиционными технологическими приемами - за счет использования комплексных химических и активных минеральных добавок. Но если использование в составе сырьевых смесей активных природных минеральных добавок потребует дополнительных затрат на их производство, то 12 тепловых электрических станций, эксплуатируемых в Украине ежегодно направляются в отвалы 10 млн. тонн золы-уноса. Удельный вес использования такого сырья техногенного происхождения отечественными предприятиями строительных материалов в 5-8 раз меньше, чем в зарубежных странах [3-5].

В работах [6-7] авторами установлено, что основные составляющие золы -  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  находятся преимущественно в виде стекловидных фаз. В результате проведенных исследований было установлено, что активность золы возрастает с увеличением содержания стекловидных фаз.

Поэтому на наш взгляд, одним из перспективных исследовательских направлений использования золошлаковых отходов в строительстве является химическая активация золы-уноса кислыми остатками фосфогипса или щелочной средой красного шлама.

Фосфогипсовые отходы являются побочным продуктом при производстве фосфорной кислоты экстракционным способом. Химический состав фосфогипса Винницкого ПО "Химпром" следующий :  $\text{CaO}$  7,42–12,8%;  $\text{SO}_3$  2,41–6,25%;  $\text{F}$  3,55–5,81%;  $\text{P}_2\text{O}_5$  14,49-21,18%;  $\text{P}_3$  13,21–15,78% ;  $\text{H}_2\text{O}$  9,76-16,07%, остаток соляной кислоты 6,66– 17,7% [7].

В качестве оксидного компонента металлозолофосфатного вяжущего целесообразно применять железосодержащие отходы промышленности.

Например, отходы металлообрабатывающих производств, представляющих собой тонкодисперсный металлический шлам.

Среди железосодержащих дисперсных отходов металлообработки промышленности, стоит отметить шламы шарикоподшипникового производства. Данный шлам практически не перерабатывается из-за высокой дисперсности и содержание смазочно-охлаждающих веществ.

Процентное содержание железа составляет 86,3 - 87,96%, средний размер частиц шлама -  $2 \times 10^{-5}$  м, а удельная поверхность данного порошка достигает  $0,5-2 \times 10^3$  м<sup>2</sup>/кг [8]. При хранении шлама в открытых отвалах происходит глубокое окисление железа и высыхания водных составляющих смазочно-охлаждающих веществ. Оксидный слой состоит с гематита (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), магнетита (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>), юстита (раствор Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в FeO) и (FeO (ОН)) [9].

Комплексный метод механо-химической активации золы-уноса предполагает разрушение поверхности стекловидной оболочки частиц путем использования остатков кислот с фосфогипса или ее растворением в щелочной среде красных шламов. Применение механического перемешивания золошламовой и золофосфогипсовой смесей в смесителе способствует более полному разрушению стекловидных оболочек [6-7].

Исследование влияния комплексной физико-механической и механо-химической активации золы-уноса остатками кислот, полученных с фосфогипса, подтвердили гипотезу о интенсификации процессов структурообразования компонентов вяжущего и активированного заполнителя.

Использование красных шламов для физико-химической активации ЗУ также положительно сказывается на характеристиках комплексного вяжущего и самых образцов строительных материалов. Авторами [10] доказано, что добавление бокситового шлама в состав золоцементной смеси обеспечивает интенсификацию процессов новообразований минерально-фазового состава.

Для установления физико-механические свойства МЗФВ были изготовлены опытные образцы. Отформованные образцы пропаривали при температуре 90-95°C. Режим пропаривания 3 + 6 + 3 часа. Основные физико-механические свойства опытных образцов с жаростойкого металлозолофосфатного вяжущего приведены в таблице 1.

**Таблица 1 - Физико-механические характеристики образцов жаростойкого металлозолофосфатного вяжущего**

Содержание компонентов в массовом соотношении	Средняя плотность образцов, кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности при сжатии, МПа
Фосфоангидрит – металлический шлам – зола-унос (3–1–0,5)	1860 - 1885	6,2 – 6, 8

**Выводы.** Полученные положительные результаты исследований физико-механических свойств образцов подтверждают целесообразность продолжения

дальнейших научных исследований. После оптимизации рецептурно-технологических факторов жаростойкого вяжущего планируется изучение специальных свойств изделий, полученных на основе нового композиционного материала.

### Список литературы

1. Сердюк В.Р. Комплексне в'яжуче з використанням мінеральних добавок та відходів виробництва / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев, О.В. Христич // Будівельні матеріали, виробництво та санітарна техніка. Науково-технічний збірник. – 2009. – Випуск 33. – С. 57-62.
2. Сердюк, В.Р. Об'ємна гідрофобізація важких бетонів / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2009. – № 2. – С. 40-43.
3. Березюк О. В. Моделювання питомих енерговитрат очищення ґрунтів полігонів твердих побутових відходів від забруднення важкими металами / О. В. Березюк // Комунальне господарство міст. – 2015. – № 1. – С. 240-242.
4. Березюк О. В. Методика инженерных расчётов параметров навесного подметального оборудования экологической машины на основе мусоровоза / О. В. Березюк // Современные проблемы транспортного комплекса России. – Магнитогорск, 2016. – № 2. – С. 39-45.
5. Сердюк В. Р. Золоцементне в'яжуче для виготовлення ніздрюватих бетонів / В. Р. Сердюк, М. С. Лемешев, О.В. Христич // Сучасні технології матеріали і конструкції в будівництві. Науково-технічний збірник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2011. – №1(10). – С. 57-61.
6. Березюк О. В. Привод зневоднення та ущільнення твердих побутових відходів у сміттєвозі / О. В. Березюк // Вісник машинобудування та транспорту. – 2016. – № 2. – С. 14-18.
7. Сердюк В.Р. Проблеми стабільності формування макроструктури ніздрюватих газобетонів безавтоклавного твердіння / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев, О.В. Христич // Будівельні матеріали, виробництво та санітарна техніка. - 2011. - №40. - С. 166-170.
8. Лемешев М.С. Покриття із бетелу-м для боротьби з зарядами статичної електрики / М.С. Лемешев, О.В. Христич // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві: Науково-технічний збірник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2009. – С. 29-31
9. Лемешев М. С. Будівельні матеріали для захисту від електромагнітного випромінювання / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Науковий журнал „Вісник Сумського національного аграрного університету”. Серія "Будівництво". – Суми : СумНАУ. 2014. – Вип. 8(18). – С. 130–145.
10. Лемешев М. С. Ресурсозберігаюча технологія виробництва будівельних матеріалів з використанням техногенних відходів / М. С. Лемешев, О. В. Христич, С. Ю Зузяк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. – 2018. – № 1. – С. 18-23.