

# ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Усатюк В.В., Лемешев М.С.*

*Винницкий национальный технический университет (ВНТУ)*

Энергетический кризис во всем мире требует разработки и внедрения ресурсосберегающих технологий с использованием промышленных и бытовых отходов. Очень много накоплено в отвалах предприятий энергетической отрасли золошлаковых отходов, которые необходимо использовать для изготовления бетонов и строительных изделий. В промышленности стройматериалов также не используются отходы предприятий химической отрасли, в частности фосфогипсы, красные шламы, стоки с высоким содержанием кислот и щелочи [1-4].

Переработка и применение отходов выгодно как с экономической, так и экологической точки зрения, ведь одновременно происходит освобождение значительных земельных угодий от накопленных отвалов вредных химических отходов и уменьшаются затраты на их содержание [5-6].

Только в нашем регионе Винницкой области на территории бывшего ПО "Химпром" накоплено около 800 тыс. тонн вредных химических отходов - фосфогипса. Вторым вредным продуктом производственной деятельности региона являются золошлаковые отходы, на Ладыжинской ТЭС их количество составляет более 20700 тыс. тонн. На предприятиях металлообрабатывающих производств региона накоплено около 300 тыс тонн дисперсных металлических отходов – шламы стали ШХ-15 [7-8].

В "Лаборатории ресурсосберегающих технологий и специальных бетонов" Винницкого национального технического университета с 90 годов прошлого столетия проводятся исследования по комплексной переработке промышленных отходов нашего региона для получения комплексного вяжущего. А с 2000 годов очень активно проводятся исследования по

переработке твердых бытовых отходов, с последующим получением био- и свалочного газа, удобрений и полимербетонов [9-10].

Среди известных технологий производства строительных материалов с использованием техногенных отходов отсутствуют комплексные подходы, которые сочетают в технологическом цикле несколько разновидностей техногенных продуктов. Сложность таких процессов объясняется прежде всего необходимостью предварительной подготовки компонентов сырьевых смесей, так как они отличаются по своим физико-химическим свойствам [11-12].

Согласно санитарно-гигиеническим требованиям, особое внимание уделяется строительным материалам, которые используются внутри помещений. Преградой для полномасштабного использования техногенных отходов в производстве строительных материалов является наличие в их составе природных радионуклидов. Из результатов изучения степени естественной радиоактивности техногенных отходов установлено, что суммарная удельная активность радионуклидов для фосфогипса составляет 56,9 Бк/кг, для золы-унос - 284 Бк/кг, для красного шлама - 450 Бк/кг [13].

Использование предварительно активированной золы-унос как заполнителя в составе бетона является одним из перспективных путей ресурсосбережения. Основные составляющие золы -  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  находятся преимущественно в виде стекловидных фаз. Их количество существенно влияет на качество золы. В результате исследований было обнаружено, что активность золы возрастает с увеличением содержания стекла. Разрушение стекловидной оболочки открывает доступ к основным составляющим компонентам золы-унос (ЗУ). В результате проявляется важнейшее ее свойство - способность реагировать с гидроксидом кальция непосредственно или с  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , который выделяется при гидратации цемента [14].

Комплексный метод механохимической активации ЗУ предполагает разрушение поверхности стекловидной оболочки частиц путем использования

кислых стоков фосфогипса или растворением ЗУ в щелочной среде красных шламов. Применение механического перемешивания золошламовой и золофосфогипсовой смесей в смесители способствует более полному разрушению стекловидных оболочек [15].

Фосфогипсовые отходы являются побочным продуктом при производстве фосфорной кислоты экстракционным способом и в своем составе содержат значительное количество остатков кислот. Химический состав фосфогипса Винницкого ПО "Химпром" следующий: CaO 7,42–12,8%; SO<sub>3</sub> 2,41–6,25%; F 3,55–5,81%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 14,49–21,18% ; H<sub>2</sub>O 9,76–16,07%, остаток соляной кислоты 6,66–17,7% [16].

Красный бокситовый шлак обладает достаточно высокой щелочной средой. Поэтому использование красных шламов для химической активации ЗУ также приводит к разрушению стеклообразной поверхности золошламовых отходов, что дает возможность экономить высокоэнергоемкий компонент строительной смеси – цемент. Авторами в работах [17–19] доказано, что добавление бокситового шлака в состав золоцементной смеси обеспечивает интенсификацию процессов новообразований минерально-фазового состава и обеспечивает экономию минерального вяжущего.

В статье [20] предложено использование специальных добавок для вымывания кислот с фосфогипса, а полученные кислотные стоки использовать для химической активации зольной составляющей цементных композиций, что приводит к росту прочности силикатной матрицы ячеистых бетонов и экономии вяжущего. Предложенный авторами в работе [8] шламозолокарбонатный пресбетон состоит из отходов каменорезания карбонатных пород, золы-уноса Ладыженской ТЭС, красного шлама Николаевского глиноземного завода с добавкой портландцемента.

В работе [21,22] доведено, что основным направлением утилизации красного шлама при производстве строительных материалов является его использование в качестве модифицирующей добавки к золоцементному вяжущему, введение бокситового шлака существенно влияет на изменение новообразований золоцементного камня [23].

Среди железосодержащих дисперсных отходов металлообработочной промышленности, стоит отметить шламы шарикоподшипникового

производства. Данный шлак 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. 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), лапидокрида (FeO (ОН)) [24-27]. Такое сырье уже эффективно используется для изготовления радиозащитных экранов и антистатического покрытия [28-29].

Исследования которые проводятся в нашей лаборатории направлены на комплексную переработку фосфогипсовых отходов, золы-унос и металлических шламов. Целью данных исследований является разработка новой технологии получения безобжигового вяжущего.

### Литература

1. Сердюк, В. Р., О. В. Христюк "Комплексне в'яжуче з використанням мінеральних добавок та відходів виробництва." (2009).
2. Березюк, О. В. Визначення регресійних залежностей річних об'ємів утворення твердих побутових відходів від основних факторів впливу. Київський національний університет будівництва і архітектури, 2011.
3. Лемешев, М. С. "Строительные изделия с использованием промышленных отходов." Тюменский индустриальный университет, 2017.
4. Павлюк, Б. І. Композиційні будівельні матеріали із використанням промислових відходів. Сборник научных трудов SWorld, 2014.
5. Сердюк, В. Р.. "Золоцементне в'яжуче для виготовлення ніздрюватих бетонів." (2011).
6. Березюк, О. В. Підвищення ефективності пресування твердих побутових відходів за рахунок видалення вологи. Національний технічний університет" Харківський Політехнічний Інститут", 2010.
7. Богданов, А. В. "Эффективное использование продуктов переработки иловых осадков городских очистных сооружений." Алтайский государственный аграрный университет, 2015.
8. 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
9. Гончар, С. В. "Комплексное использование техногенных отходов промышленности для изготовления строительных изделий." Алтайский государственный аграрный университет, 2011.
10. Кузьмич, Л. В. "Рециклинг продуктов пиролизной переработки зольных осадков иловых масс в строительной отрасли." Алтайский дом печати, 2016.

11. 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.
12. Сердюк В.Р. Проблеми стабільності формування макроструктури ніздрюватих газобетонів безавтоклавного твердіння / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев, О.В. Христич // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка. - 2011. - №40. - С. 166-170.
13. Бондаренко, В. В. "Использование композиционных материалов в технологиях переработки и иммобилизации радиоактивных отходов." Тюменский индустриальный университет, 2014.
14. Лемешев М.С. Комплексна переробка техногенних відходів хімічної промисловості та металообробних виробництв / М.С. Лемешев, О.В. Христич, О.В. Березюк // Materiály XI Mezinárodní vědecko-praktická konference «Aktuální vymoženosti vědy – 2015». – Praha (Czech): Publishing House «Education and Science» s.r.o, 2015. – Díl 7. Fyzika. Matematika. Moderní informační technologie. Výstavba a architektura. Technické vědy. – S. 60-62.
15. Сергийчук, С. В. Комплексное вяжущее с использованием промышленных отходов. Тюменский индустриальный университет, 2015.
16. Лемешев М. С. Дрібнозернистий бетон з модифікованим заповнювачем техногенного походження / М. С. Лемешев, О. В. Христич, О. В. Березюк // Materiały XI Międzynarodowej naukowopraktycznej konferencji «Naukowa przestrzeń Europy – 2015». – Przemysł (Poland): Nauka i studia, 2015. – Volume 23. Ekologia. Geografia i geologia. Budownictwo i architektura. Chemia i chemiczne technologie. – S. 56-58.
17. Березюк, О. В. Фосфогіпсозолоцементні та металофосфатні в'яжучі з використанням відходів виробництва. Київський національний університет будівництва і архітектури, 2011.
18. Ковальський В.П. Застосування червоного бокситового шламу у виробництві будівельних матеріалів // Вісник Донбаської державної академії будівництва і архітектури.– 2005. – № 1 (49). – С. 55-60.
19. Сердюк, В. Р. "Строительные материалы и изделия для защиты от электромагнитного излучения радиочастотного диапазона." Строительные материалы и изделия 4 (2005): 8-12.
20. Ковальчук, С. В. "Специальные строительные материалы на основе вторичных продуктов промышленности." Тюменский индустриальный университет, 2013.
21. Сердюк, В. Р., et al. "Пути использования дисперсных металлических шламов." (2004)
22. Лемешев, М. С. Радиозащитные металлонасыщенные бетоны. Одесская государственная академия строительства и архитектуры, 2005.
23. Сердюк, В. Р. "Радіозахисні покриття варіатропної структури із бетела-м." (2008).
24. Рыбак, Р. В. "Композиционные электропроводные бетоны специального назначения." Тюменский индустриальный университет, 2012.
25. Сердюк, В. Р. "Технологические приемы повышения радиопоглощающих свойств изделий из бетэла-м." Строительные материалы и изделия. № 5: 2-6. (2005).
26. Сулима, П. В. Композиційний радіозахисний матеріал на основі безклінкерного в'яжучого. Сборник научных трудов SWorld, 2013.
27. Сердюк, В. Р. "Технологічні особливості формування металонасичених бетонів для виготовлення радіозахисних екранів." Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві 4 (2007): 58-65.
28. Сердюк, В. Р. "Радіопоглинаючі покриття з бетелу-м." Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. № 12: 62-68. (2005).
29. Лемешев, М. С. "Электропроводные металлонасыщенные бетоны полифункционального назначения." Тюменский индустриальный университет, 2016.