

**Стаднийчук Максим Юрьевич, магистр**  
Винницкий национальный технический университет,  
[b15b.stadniychuk@gmail.com](mailto:b15b.stadniychuk@gmail.com)

**Лемешев Михаил Степанович, к.т.н., доцент**  
Винницкий национальный технический университет,  
[mlemeshev@i.ua](mailto:mlemeshev@i.ua)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ**

Одной из самых перспективных задач строительного комплекса в наше время – использование промышленных отходов и местных природных сырьевых ресурсов в технологии производства строительных материалов. 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 [1-4].

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 практически не используются отходы предприятий химической отрасли, в частности фосфогипсы, красные шламы, стоки с высоким содержанием кислот и щелочи [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].

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.

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 [8-9].

Согласно санитарно-гигиенических требований, 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 [10].

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 компонентов золы-унос (ЗУ). В результате проявляется важнейшая ее свойство - способность реагировать с гидроксидом кальция непосредственно или с  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , который выделяется при гидратации цемента.

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 смесителе способствует более полному разрушению стекловидных оболочек.

Среди железосодержащих дисперсных отходов металлообработной 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. При хранении шлама в открытых отвалах происходит глубокое окисление железа и высыхания водных составляющих

смазочно-охлаждающих веществ. Оксидный слой состоит с гематита ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), магнетита ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), юстита (раствор  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  в  $\text{FeO}$ ), лапидокрида ( $\text{FeO}(\text{OH})$ ) [11]. Такое сырье уже эффективно используется для изготовления радиозащитных экранов и антистатического покрытия [12-13].

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. Hnes, L., S. Kynytskyi, and S. Medvid. "Theoretical aspects of modern engineering." International Science Group: 356 p. (2020).
2. Bereziuk, O., M. Lemeshev, and A. Cherepakha. "Ukrainian prospects for landfill gas production at landfills." Theoretical aspects of modern engineering: 58-65. (2020).
3. Очеретный В.П., Ковальский В.П., Бондарь А.В. Использование отходов известняка и промышленных отходов при производстве сухих строительных смесей // Современные технологии, материалы и конструкции в строительстве: Науч.-техн. сборник. – Винница, 2009. – Т. 6, № 1. – С. 36–40.
4. Березюк О.В. Визначення параметрів машин для поводження з твердими відходами : монографія /О.В. Березюк, М.С. Лемешев // Omni Scriptum Publishing Group, 2020. – 61 с.
5. Сердюк В.Р. Комплексне в'язуче з використанням мінеральних добавок та відходів виробництва / Сердюк В. Р., Лемешев М.С., Христич О.В. // Будівельні матеріали, виробництва та санітарна техніка. Науково-технічний збірник. – 2009. – Вип. 33. – С. 57– 62.
6. Лемешев М. С. Особливості використання промислових техногенних відходів в галузі будівельних матеріалів / М. С. Лемешев, К. К. Сівак, М. Ю. Стаднійчук // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2020. – № 2.
7. Червяков Ю. М. Використання гіпсовміщуючих відходів промисловості в якості сировини при виробництві будівельних матеріалів і виробів / Ю. М. Червяков, Л. О. Супрун //Будівельні матеріали, виробництва та санітарна техніка. – 2013. – №. 48. – С. 60-63.
8. Березюк О. В. Поширеність спалювання твердих побутових відходів з утилізацією енергії / О. В. Березюк, М. С. Лемешев // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2017. – № 2 (23). – С. 137-141.
9. Ковальский В П. Применения красного бокситового шлама в производстве строительных материалов // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2005. – № 1(49). – С. 55-60.
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.
11. Сердюк, В. Р., et al. "Пути использования дисперсных металлических шламов." (2004).
12. Лемешев М. С. Антистатичні покриття із електропровідного бетону / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. – 2017. – № 2. – С. 26-30.
13. Сердюк, В.Р. Технологічні особливості формування металонасичених бетонів для виготовлення радіозахисних екранів / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев, О.В. Христич // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2007. – № 4. – С. 58-65.