

УДК 691:005.936.5(477.61)

Д. С. КОВАЛЕНКО

ГОО «Луганский национальный аграрный университет»

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ
ЛУГАНСКОГО РЕГИОНА В СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ**

Аннотация. Рациональное использование сырьевых и материальных ресурсов в строительном комплексе приобретает первостепенное значение. Высокая стоимость топлива и электроэнергии вынуждает промышленные предприятия искать пути повышения энергоэффективности производств. Представлен обзор производственных баз Луганского региона с целью определения возможности утилизации промышленных отходов в строительной индустрии для удешевления стоимости строительной продукции и улучшения экологической обстановки в регионе.

Ключевые слова: промышленные отходы, ваграночный шлак, отработанная формовочная смесь, отсев камнедробления.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ

В связи с необходимостью выполнения региональных программ по жилищному, дорожному и другим видам строительства требуется большое количество разнообразных дешевых высококачественных строительных материалов, в том числе наполнителей, заполнителей, вяжущих, а значит и бетонов различного назначения с требуемыми техническими характеристиками.

Одним из путей решения в данном аспекте является использование отходов и вторичного сырья различных отраслей промышленности Луганского региона предприятиями строительной индустрии для изготовления строительных материалов, изделий и конструкций [1].

Утилизация многотоннажных отходов для производства строительных материалов способствует расширению сырьевой базы, экономии традиционного сырья и энергии, сокращению затрат на производстве и снижению цен на строительные изделия [2].

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ПУБЛИКАЦИЙ

Тема использования промышленных отходов в строительной индустрии рассмотрена в работах: А. А. Пашенко, Ю. М. Бутта, О. Л. Дворкина, Л. И. Дворкина и др. [3–6].

Анализ существующих технологий производств строительных материалов с использованием химически активного вторичного сырья и отходов промышленного производства показывает, что наряду с интенсификацией технологических процессов реализуются такие задачи:

- экономические: снижение затрат на производственный процесс, повышение энергоэффективности производства;
- экологические: отсутствие необходимости в утилизации или складировании отходов, снижение темпов разработки исчерпаемых природных ресурсов;
- социальные: снижение себестоимости продукции за счет использования отходов приводит к перенаправлению денежных средств на решение социальных вопросов сотрудников предприятия, снижение стоимости товара повышает покупательскую способность потребителей, реконструкцию предприятий, зданий, сооружений и дополнительное обеспечение населения региона рабочими местами.

В наиболее промышленно развитых районах непременно возникает необходимость переработки накопленного техногенного сырья и ликвидации экологического ущерба.

Площадь земли, занятой отвалами, постоянно увеличивается, что негативно влияет на экологическую обстановку. Из хозяйственного оборота исключаются большие площади земли, из-за пылевых заносов с отвалов и хвостохранилищ снижается качество близлежащих земель. В условиях существенного экологического риска и негативных последствий на окружающую среду необходимо применять рациональные и малоотходные способы освоения месторождений, разрабатывать мероприятия по использованию отвалов (техногенных месторождений) [7].

Разработаны технологии рационального применения металлургических шлаков сталеплавильного производства в качестве компонентов бетонной смеси. Имеются данные о реологической активности тонкомолотого шлака в сочетании с портландцементом и микрокремнеземом. Изучено влияние дозировки тонкомолотого шлака на водосодержание бетонных смесей и реологические характеристики самоуплотняющихся бетонных смесей на основе техногенного сырья и др. [8–10].

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Луганский регион всегда являлся и является достаточно хорошо промышленно развитым. Здесь располагаются предприятия угольной, энергетической, металлургической, камнедобывающей промышленности и др. Перечень основных предприятий, расположенных в регионе, имеющих техногенные отходы и вид отходов приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Отходы основных предприятий тяжелой промышленности Луганского региона

№ п/п	Название предприятие	Наименование отходов
1.	ПАО «Лугансктепловоз»	Ваграночный шлак; отработанная формовочная смесь.
2.	ПАО «Луганский литейно-механический завод»	Ваграночный шлак; отработанная формовочная смесь.
3.	ООО «Луганский трубопрокатный завод»	Отработанная формовочная смесь.
4.	ОАО «Луганский аккумуляторный завод»	Щелочные отходы.
5.	ПАО «Алчевский металлургический завод»	Граншлаки; отвальные шлаки.
6.	ОАО «Стахановский завод ферросплавов»	Микрокремнезем; ферросиликомарганцевые шлаки.
7.	ПАО «Успенский Карьер»	Отходы камнедробления.
8.	Угледобывающие предприятия (шахты)	Горелые породы шахтных терриконов.

По раннее выполненным исследованиям на строительном факультете Луганского национального аграрного университета хорошо изучены основные характеристики такого техногенного сырья, как отходы металлургической промышленности (ваграночный шлак ПАО «Лугансктепловоз» и ПАО «Луганский литейно-механический завод» и отработанная формовочная смесь ООО «Луганский трубопрокатный завод» и ПАО «Луганский литейно-механический завод»).

Ваграночный шлак является побочным продуктом, образующихся при выплавке ($t = 1\ 150 \div 1\ 200\ ^\circ\text{C}$) огненно-жидких специально подобранных составов металлов и представляет собой ноздреватые, плотнокристаллические зерна размерами в основной массе от 5,0 до 0,2 мм с отдельными крупными включениями.

Отработанные формовочные смеси представляют собой мелкодисперсный сыпучий материал, зерна которого покрыты оболочкой из связующих композиций, оставшихся после высокотемпературной обработки.

Основные физико-механические характеристики отходов приведены в табл. 2.

Химический состав отработанной формовочной смеси и ваграночного шлака представлен следующими основными оксидами: Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , SiO_2 и приведен в табл. 3.

Исходя из зерновых составов, приведенных в табл. 4, можно сделать вывод, что и ваграночный шлак, и отработанную формовочную смесь можно использовать как мелкий заполнитель в виде полной или частичной замены песка в бетонных и растворных смесях.

Также в Луганском регионе накоплены большие отходы камнедробления при разработке Волнухинского карьера. Щебень является одним из основных материалов, используемых при строительстве, реконструкции, ремонте и содержании автомобильных дорог и также является наиболее часто применяемым крупным заполнителем в бетоне. В связи с развитием жилищного, промышленного и дорожного строительства спрос на нерудные строительные материалы, в том числе щебень, растёт. Рост спроса и, соответственно, рост производства щебня приводит к увеличению выхода отсева камнедробления.

Таблица 2 – Основные физико-механические характеристики отходов трех предприятий Луганска

№ п/п	Наименование показателей	Ед. изм.	Наименование предприятий		
			ПАО «Луганский литейно-механический завод» (ваграночный шлак)	ООО «Луганский трубопрокатный завод» (ОФС)	ПАО «Луганск-тепловоз» (ваграночный шлак)
1.	Насыпная плотность: – в естественном состоянии	кг/м ³	1 030	1 210	430
	– в сухом состоянии	кг/м ³	1 105	1 240	1 348
2.	Истинная плотность	кг/л	2,86	2,84	2,95
3.	Влажность	%	7,5	1,9	7,5
4.	Пустотность	%	60	58	45,4
5.	Модуль крупности	–	2,38	1,29	2,46
6.	Структуроустойчивость: – стойкость против силикатного распада (потеря массы)	%	1,1...1,5	1,0...1,2	1,2...2,5
	– стойкость против железистого распада (потеря массы)	%	1,9...2,9	2,1...2,4	2,2...3,0

Таблица 3 – Химический состав отходов металлургической промышленности

Отходы	Содержание оксидов, %						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	R ₂ O
Ваграночный шлак ПАО «Луганского литейно-механического завода»	45–55	10–13	0,5–3,5	25–35	1–3	1,0–1,5	3–5
ОФС ПАО «Луганского литейно-механического завода»	70–90	3–7	0,5–1,5	2–8	0,5–2,0	0,5–1,0	20
ОФС ООО «Луганского трубопрокатного завода»	5–7	3–7	33–38	19–29	0,5–1,5	1,0–1,5	2–4
Ваграночный шлак ПАО «Лугансктепловоза»	50–55	5–10	4–8	25–30	0,7–2	3–5	1,5–3,0

Таблица 4 – Зерновой состав отходов металлургической промышленности

Наименование отходов	Остатки на ситах, %	Размер ячеек сит, мм						
		5,0	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	дно
Ваграночный шлак «Луганского литейно-механического завода»	Частные	4,0	15,1	28,1	32,8	16,7	5,2	2,1
	Полные	4,0	15,1	43,2	76,0	92,7	97,9	100
ОФС ПАО «Луганского литейно-механического завода»	Частные	-	1,2	1,0	2,0	36,0	56,5	3,3
	Полные	-	1,2	2,2	4,2	40,2	96,7	100
ОФС ООО «Луганского трубопрокатного завода»	Частные	2,5	1,0	4,5	16,0	18,5	20,5	39,5
	Полные	2,5	1,0	5,5	21,5	40,0	60,5	100
Ваграночный шлак ПАО «Лугансктепловоза»	Частные	10,0	8,3	1,9	1,5	3,2	4,1	6,4
	Полные	83,4	91,7	93,6	94,5	95,9	97,8	100

В отвалах ПАО «Успенский Карьер» в настоящее время находится 200 тыс. м³ отсева камнедробления, которые ежемесячно пополняются на 3 тыс. м³ отсева. В перспективе целесообразно разделить отсева на фракции, что повысит заинтересованность в них различных предприятий, увеличит стоимость и плечо рациональных перевозок.

Переработка отсева дробления позволяет получать:

– заполнители, щебни мелких классов 2...5 мм, используемые для верхнего слоя дорожного полотна;

– строительные пески фракции 0,16...2,0 мм;

– минеральный наполнитель, мука 0...0,16 мм.

Основные области применения получаемых фракций [7]:

1. Дорожные покрытия.

Фракция 2...5 мм нашла ещё одно применение в сфере дорожного хозяйства – в качестве антигололедного материала для обработки дорожных покрытий. Использование химических антигололедных смесей показали свою неэффективность и затратность. Преимущества гранитного отсева фракции 2...5 мм, как антигололедного материала – это возможность многоразового использования, удобство и экологичность.

2. Кровельное производство.

3. Производство железобетонных изделий.

4. Вибропрессованные штучные изделия (тротуарная плитка, бордюры, искусственный камень и пр.).

5. Производство сухих строительных смесей и наливных полов.

К перспективному направлению использования отсева дробления фракций 0,16...2,00 мм и 0...0,16 мм относится производство сухих строительных смесей (ССС). В СССР отсев фракции 0,16...2,00 мм может использоваться в качестве минерального заполнителя (вместо песка) при производстве цементно-песчаных штукатурных фасадных смесей, наливных полов, затирок, плиточных клеев и пр.

ВЫВОДЫ

Исследования и разработка на их основе региональных программ по переработке промышленных отходов для производства строительных материалов и изделий позволит в перспективе решить ряд актуальных задач:

- нормализовать экологическую обстановку устранением источника загрязнения окружающей среды с сохранением сельскохозяйственных угодий;
- заменить дорогостоящее природное сырьё для производства строительных материалов и изделий;
- увеличить объёмы производства строительных изделий и конструкций;
- снизить социально-экономическую напряжённость созданием рабочих мест на предприятиях по комплексной переработке техногенного сырья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рыщенко, Т. Д. Использование вторичного сырья и отходов производства при изготовлении вяжущих материалов [Текст] / Т. Д. Рыщенко, К. И. Вяткин // Вісник НТУ «ХПІ». – 2012. – № 48. – С. 157–162.
2. Перспективы использования промышленных отходов для получения керамических строительных материалов [Текст] / Д. В. Макаров, Р. Г. Мелконян, О. В. Суворова, В. А. Кумарова // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2016. – № 5. – С. 254–281.
3. Пащенко, А. А. Энергосберегающие и безотходные технологии получения вяжущих веществ [Текст] / А. А. Пащенко, Е. А. Мясникова, Ю. Р. Евсютин. – К. : Вища школа, 1990. – 223 с.
4. Бутт, Ю. М. Практикум по химической технологии вяжущих материалов [Текст] / Ю. М. Бутт, В. В. Тимашев. – М. : Высшая школа, 1973. – 504 с.
5. Чистяков, Б. З. Использование минеральных отходов промышленности [Текст] / Б. З. Чистяков, А. И. Ляпинов. – Л. : Стройиздат, 1984. – 152 с.
6. Дворкин, Л. И. Строительные материалы из отходов промышленности. Учебно-справочное пособие [Текст] / Л. И. Дворкин, О. Л. Дворкин. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2007. – 368 с.
7. Галицына, А. М. Перспективы использования отходов камнедробления [Текст] / А. М. Галицына // Север и рынок: формирование экономического порядка. – 2014. – № 3. – С. 122–126.
8. Корниенко, П. В. Изготовление современных высокофункциональных бетонов на основе сталеапативных шлаков [Текст] / П. В. Корниенко, Г. В. Гакштетер // Технологии бетонов. – 2013. – № 3. – С. 47–49.
9. Применение отходов ферросплавного производства с пониженным содержанием микрокремнезема [Текст] / В. Г. Батраков, С. С. Каприелов, В. В. Пирожников [и др.] // Бетон и железобетон. – 1989. – № 3. – С. 22–24.
10. Корниенко, П. В. Местные ресурсы и отходы промышленности при производстве строительных материалов [Текст] / П. В. Корниенко, Г. В. Гакштетер // Актуальные проблемы науки : Материалы Межд. научно-практической конференции. Часть 1 / Московский государственный педагогический университет. – Тамбов : Изд-во ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2011. – С. 41–42.

Получено 20.12.2016

Д. С. КОВАЛЕНКО
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОГЕННОЇ СИРОВИНИ
ЛУГАНСЬКОГО РЕГІОНУ У БУДІВЕЛЬНІЙ ІНДУСТРІЇ
ДООУ «Луганський національний аграрний університет»

Анотація. Раціональне використання сировинних і матеріальних ресурсів в будівельному комплексі набуває першочергового значення. Висока вартість палива та електроенергії змушує промислові підприємства шукати шляхи підвищення енергоефективності виробництв. Представлено огляд виробничих баз Луганського регіону з метою визначення можливості утилізації промислових відходів в будівельній індустрії для здешевлення вартості будівельної продукції і поліпшення екологічної обстановки у регіоні.

Ключові слова: промислові відходи, ваграночний шлак, відпрацьована формувальна суміш, відсів каменедробіння.

DENIS KOVALENKO
PROSPECTS OF USING THE TECHNOGENIC RAW MATERIAL OF LUGANSK
PEOPLE'S REPUBLIC IN THE BUILDING INDUSTRY
SEI «Lugansk National Agrarian University»

Abstract. Rational use of raw materials and material resources in the construction industry is of paramount importance. High fuel and electricity costs is forcing industry to seek ways to improve the efficiency of production. A review of the production bases of the Lugansk region in order to determine the possibility of disposing of industrial waste in the construction industry to reduce the cost of construction products and the cost of environmental improvement has been presented.

Key words: industrial waste, cupola slag, the waste molding sand, gravel lithotripsy.

Коваленко Денис Сергеевич – аспирант кафедры строительных конструкций ГОУ «Луганский национальный аграрный университет». Научные интересы: исследование техногенных сырьевых материалов в комплексе с современными модификаторами бетонов с целью повышения их эксплуатационных свойств и долговечности.

Коваленко Денис Сергійович – аспирант кафедри будівельних конструкцій ДООУ «Луганський національний аграрний університет». Наукові інтереси: дослідження техногенних сировинних матеріалів у комплексі з сучасними модифікаторами бетонів з метою підвищення їх експлуатаційних властивостей і довговічності.

Kovalenko Denis – post-graduate student, Building Constructions Department, SEI «Lugansk National Agrarian University». Scientific interests: research of technogenic raw materials in combination with modern concrete modifiers to increase their operational properties and durability.