

УДК 504.064.4:669.181.28

Л.С. САВИН, *д-р техн. наук, профессор кафедры экологии и охраны окружающей среды ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», г. Днепропетровск, Украина*

В.М. МАКАРОВА, *ассистент кафедры экологии и охраны окружающей среды ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», г. Днепропетровск, Украина*

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГАЗОБЕТОНА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В статье сделан анализ существующих направлений утилизации ферросплавных шлаков. Проведен анализ радиоактивности шлака для использования его в отрасли строительных материалов. Представлены изменения в процессе получения неавтоклавного газобетона в связи с вовлечением комплекса отходов техногенного происхождения. Предложено уменьшать влияние шлаковых отвалов на окружающую среду за счет вовлечения ферросплавных шлаков в производство газобетона.

Ключевые слова: ферросплавные шлаки, техногенное сырье, ресурсосбережение, газобетон.

Проведенный анализ накопления ферросплавных шлаков и интенсивности миграции загрязнителей [1] свидетельствует, что ликвидация и рекультивация мест их складирования является одной из важных задач охраны окружающей среды (ОС).

Основным направлением мероприятий по борьбе с загрязнениями окружающей среды в районах размещения промышленных предприятий является обеспечение комплексной переработки сырья с максимальным сокращением поступления производственных отходов в окружающую среду.

Шлаки ферросплавного производства перерабатывают с получением щебня, песка, гранулированного шлака, шлаковой пемзы, муки. Получаемый щебень также используется для строительства дорог. Ферросплавные шлаки используют в цементной промышленности, в производстве шлакового литья, шлакоситаллов [2, 3, 4].

Щебень – распространенный строительный материал. Он широко используется в качестве крупного заполнителя при производстве бетонов, применяется для устройства оснований и подстилающих слоев автомобильных и железных дорог. В настоящее время для его получения в равной мере привлекают каменные материалы естественного и искусственного происхождения. Шлаковый щебень по своим свойствам

(прочность, устойчивость, морозостойкость) соответствует производимому из горных пород.

Щебень получают из медленно охлажденных жидких шлаков (литой щебень), ковшовых остатков текущей выдачи шлаков (коржей), а также отвальных шлаков. Медленное охлаждение способствует образованию кристаллической структуры щебня [5].

Переходные элементы, или d-элементы (марганец, железо, кобальт, никель, медь и цинк), как известно, легко образуют комплексные соединения, которые могут служить катализаторами разных реакций, способствовать кристаллизации аморфных фаз, в частности, силикатных стекол.

При получении портландцементного клинкера некоторые переходные элементы в небольших количествах (доли процента) присутствуют в составе сырьевой смеси и обеспечивают ускоренное образование минеральных кристаллогидратов. А это повышает активность портландцемента, прочность затвердевшего цементного камня [6].

Шлаки, пролежавшие 3-5 месяцев в отвалах имеют, как правило, стабильный состав [4].

С учетом ранее предложенной схемы [7], была разработана схема оценки техногенного сырья для использования его при производстве газобетона (рисунок 1).

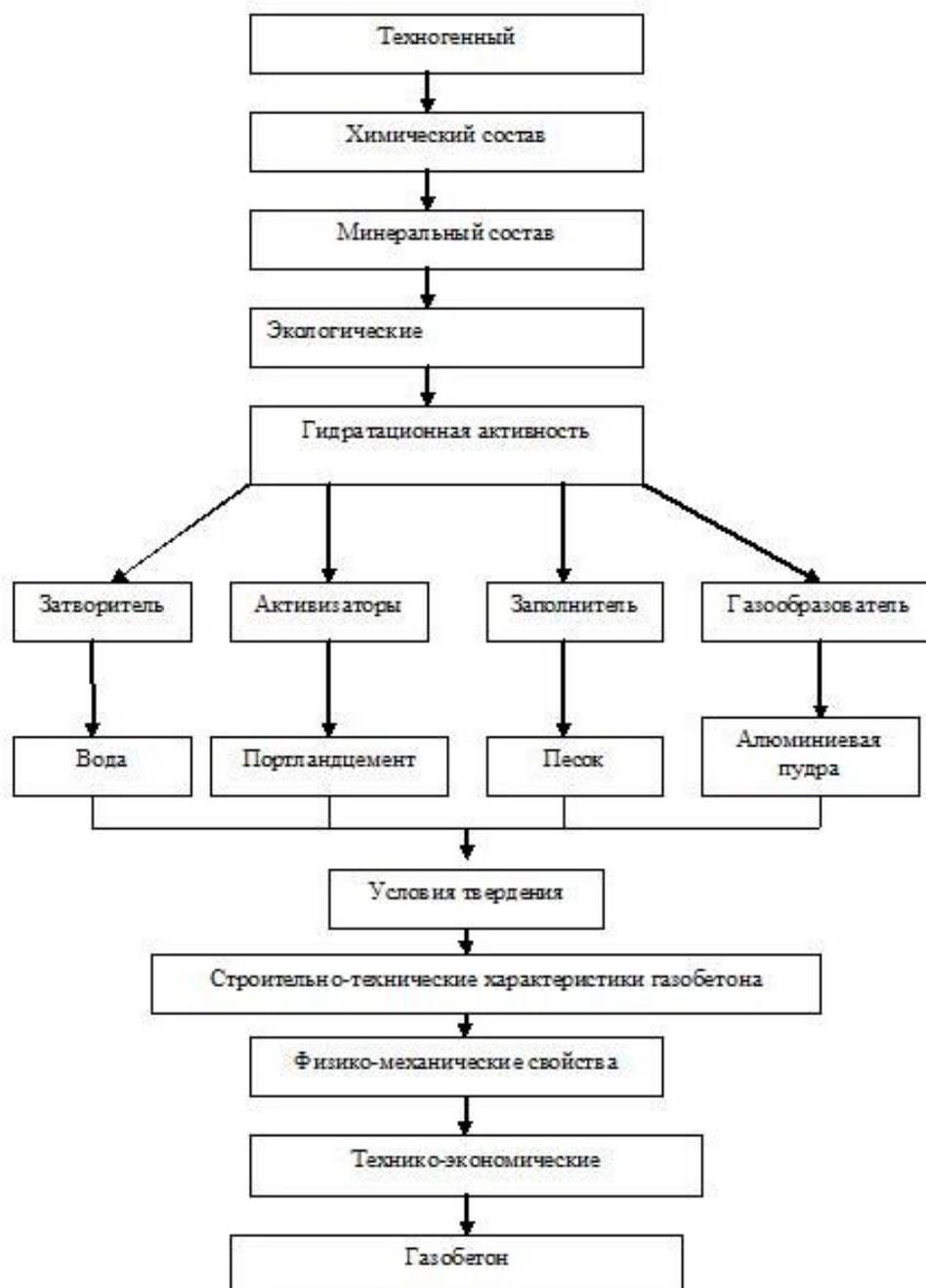


Рисунок 1 - Схема оценки техногенного сырья для использования его при производстве газобетона

По физико-химическим характеристикам шлакосодержащие вяжущие значительно отличаются от портландцемента прежде всего многокомпонентностью фазового состава, где присутствует большое количество оксидов Al, Fe, Mg, Mn, составляющих минералы шлака разной степени активности; наличием значительного количества аморфизированных, стеклообразных веществ [8].

В качестве ресурсосберегающей технологии рекомендуется технология получения

неавтоклавного газобетона с применением шлаков ферросиликомарганца и стеклобоя тарного стекла. Это технологическое решение позволит использовать техногенные ресурсы с целью сохранения природных ресурсов.

Газобетон неавтоклавного твердения получают согласно действующих нормативных документов из следующих материалов:

- портландцемент М400;
- шлак производства ферросплавов;

- стеклобой (тарное стекло);
- днепровский речной песок;
- вода техническая;
- сульфанол;
- алюминиевая пудра.

При введении в состав газобетона добавок техногенного происхождения обяза-

тельным условием является проведение их гамма-спектрометрического анализа.

Результаты гамма-спектрометрического анализа марганецсодержащего шлака выполненные по данным заводской лаборатории приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты гамма-спектрометрического анализа марганецсодержащего шлака (по данным заводской лаборатории)

Удельная активность радионуклидов, Бк/кг	
Калий -40	590±29
Радий-226	110,6±4,3
Торий-232	45,5±4,4
Цезий-137	–
$A_{эф}$	222±12,5

Таким образом, марганецсодержащие шлаки, в соответствии с ДБН В.1.4.-2.01-97, который был введен на территории Украины с 01.01.1998 г., относятся к материалам, у которых суммарная удельная активность естественных радионуклидов не превышает 370 Бк/кг, относятся к I классу и могут использоваться для всех видов строительства без ограничений.

В процессе лабораторных экспериментов были исследованы свойства материала при замене от 10 до 40 % цемента комплексом отходов. Для подбора оптимального состава комплекса отходов смешивали шлак ферросплавного производства и стеклобой в различных соотношениях: 100/0, 75/25, 50/50, 25/75, 0/100. Оптимальный состав газобетонной смеси получен путем ее модификации комплексом отходов, а именно шлаком ферросплавного производства и стеклобоем в размере 10% от общего содержания цемента.

При производстве газобетона с использованием отходов техногенного происхождения, таких как стеклобой и шлак ферросплавного производства нет необходимости покупать дополнительно оборудование для измельчения предлагаемой добавки, поскольку помол может производиться на том же оборудовании, что и песок. Комплекс отходов вводят в газобетонную смесь в тоже время, что и песок.

Формование массивов производится по литьевой технологии.

Полученные образцы подвергались лабораторному испытанию – прочность на сжатие в возрасте 28 суток. Для сравнительной величины взят так называемый «норматив» – образец, который не модифицирован комплексом отходов.

Прочность газобетона неавтоклавного твердения плотностью 600 кг/м³ в зависимости от состава газобетонной смеси представлена на рисунке 2.

Из учета расхода 15,41 кг шлака ферросплавного производства на 1м³ получается, что производство 65 м³ газобетона позволяет утилизировать 1 т шлака.

Решение экономических и экологических проблем должно осуществляться во взаимосвязи. Эта зависимость четко прослеживается на рисунке 3 [9]. Утилизация тонны отвального шлака ферросплавного производства позволит снизить пыление с отвала и будет первым шагом на пути к освобождению земель, пригодных в будущем для сельского хозяйства.

При производстве газобетона автоклавного твердения автоклавная обработка составляет более чем 30 % от общей себестоимости бетона. При организации нового производства ячеистого бетона отказ от использования автоклавов, при условии получения бетона неавтоклавного твердения, позволит существенно снизить расход средств на технологическое оборудование (автоклавы), монтажные, пуско-наладочные работы и значительно сократить сроки ввода производства в эксплуатацию.

Прочность на сжатие образцов газобетона, МПа

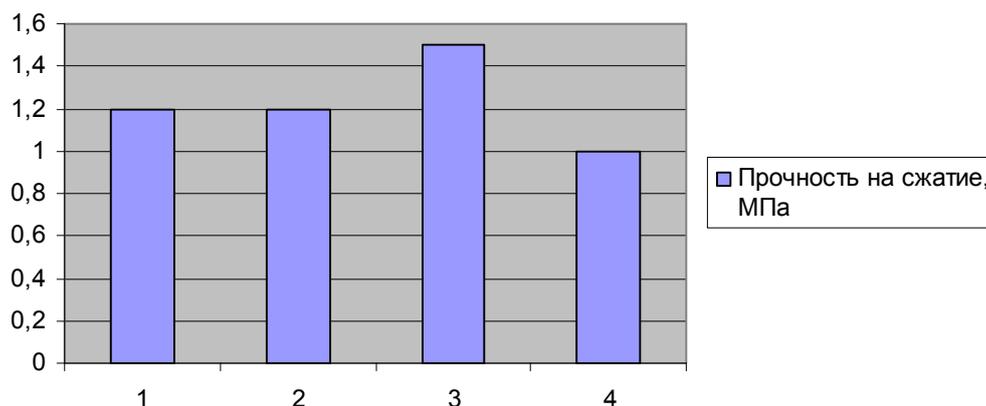


Рисунок 2 - Прочность на сжатие образцов газобетона в возрасте 28 суток: 1-добавка стеклобоя, 2- добавка шлака, 3 – добавка стеклобоя+шлака, 4-норматив



Рисунок 3 - Взаимосвязь проблем экологии (накопление техногенных отходов) и экономики

Производство газобетона неавтоклавного твердения с использованием вторичных ресурсов целесообразно размещать вблизи сырьевой базы и технологической инфраструктуры, а именно – цементных заводов, металлургических комбинатов (ферросплавные шлаки) [10].

В настоящее время при постепенном истощении природных ресурсов актуальным направлением является разработка технологий получения неавтоклавного газобетона с добавкой комплекса техногенных отходов для ресурсосбережения в отрасли строительных материалов.

Выводы

1. Разработана технология утилизации техногенного сырья за счет получения неавтоклавного газобетона с вовлечением комплекса отходов (шлака ферросплавного производства и стеклобоя), позволяющая полу-

чить материал с плотностью 600 кг/м^3 и прочностью на сжатие 1,5 МПа.

2. Производство 65 м^3 газобетона позволяет переработать 1 т отвального шлака ферросплавного производства, а следовательно уменьшать величину отвала.

Перечень ссылок

1. Шматков Г.Г. Влияние шлаковых отвалов ферросплавного производства на загрязнение атмосферы / Г.Г. Шматков, В.Н. Макарова // Окружающая среда – XXI : междунар. молодеж. науч. конф.; 10-11 октября 2012г.: тезисы докл. – Днепропетровск, 2012. – С. 76-80.
2. Бобович Б.Б. Переработка промышленных отходов: учебник для вузов / Бобович Б.Б. – М. : « СП ИнтерметИнжиниринг», 1999. – 445 с.

3. Переработка шлаков и безотходная технология в металлургии / [Панфилов М.И., Школьник Я.Ш., Орининский Н.В. и др.]. – М.: Металлургия, 1987. – 238 с.
4. Экология города: учебник. – К. : Либра, 2000. – 464 с.
5. Лотош В.Е. Переработка отходов природопользования / Лотош В.Е. – Екатеринбург: Полиграфист, 2007. – 503 с.
6. Баталин Б.С. Вред и польза шлаковых отвалов / Б.С. Баталин // Природа. – 2003. – № 10. – С. 27-32.
7. Дворкин Л.И. Строительные материалы из отходов промышленности: учебно-справочное пособие / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. – Ростов на Дону: Феникс, 2007. – 368 с.
8. Металлургические шлаки в строительстве: для научных работников, инженеров и студентов высших технических учебных заведений / [В.И. Большаков, В.З. Борисовский, В.Д. Глуховский и др.]. – Днепропетровск, 1999. – 114 с.
9. Арбузов В.В. Экономика природопользования и природоохраны: учебное пособие / Арбузов В.В., Грузин Д.П., Симакин В.И. - Пенза: Пензенский государственный университет, 2004. – 251 с.
10. Страшук С.В. Газобетон неавтоклавного твердения – технология та перспективи виробництва в Україні / С.В. Страшук, Т.Ю. Багаева, Т.А. Щепашенко // Матеріали XXVI міжнародної конференції «Ukr-Power 2009» «Комплексное решение проблем энергосбережения в промышленной и коммунальной энергетике». – 2009. – С. 59-65.

*Стаття надійшла до редколегії 12.04.2013 р. російською мовою.
Стаття рекомендована членом редколегії канд. техн. наук П.І. Копачем.*

Л.С. САВИН, В.М. МАКАРОВА

*ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»,
м. Дніпропетровськ, Україна*

РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧА ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ ГАЗОБЕТОНУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

В статті зроблено аналіз існуючих напрямків утилізації феросплавних шлаків. Проведено аналіз радіоактивності шлаку для використання його в галузі будівельних матеріалів. Представлені зміни в процесі отримання неавтоклавного газобетону в зв'язку з залученням комплексу відходів техногенного походження. Запропоновано зменшити вплив шлакових відвалів на навколишнє середовище за рахунок залучення феросплавних шлаків до отримання газобетону.

Ключові слова. феросплавні шлаки, техногенна сировина, ресурсозбереження, газобетон.

L.S. SAVIN, V.M. MAKAROVA

SHEI "Pridneprovsk state academy of building and architecture", Dnipropetrovsk, Ukraine

RESOURCE TECHNOLOGY OF AERATED CONCRETE TO ENSURE ENVIRONMENTAL SAFETY

The analysis of current trends ferroalloy slag recycling are provided. The analysis of radioactive slag for use in the building materials industry are made. The movements during the production of aerated concrete in connection with the involvement of complex waste of man-made origin are produced. To reduce the influence of slag dumps on the environment due to the involvement of ferroalloy slag in the production of aerated concrete is proposed.

Keywords:. ferroalloy slag, man-made materials, technogenic raw materials, resource conservation, aerated concrete.