

УДК 622.17

**ЭКОНОМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ  
УТИЛИЗАЦИИ ПОРОДЫ ГОРЯЩИХ ОТВАЛОВ**

**А.А. Шейх, Л.В. Чайка**

Донецкий национальный технический университет

*В данной работе представлены результаты испытаний бетонных образцов шлакоблоков на прочность в случае замены песка породой горящих отвалов в условиях низких температур. Показана экономико-экологическая целесообразность использования отходов угледобычи и углеобогащения.*

Для Донецкой области и, в частности для города Донецка, на сегодняшний день проблема обращения с твердыми промышленными отходами является наиболее экологически и экономически актуальной.

На территории Донецка расположены 128 терриконов, среди которых 48 горящих и 80 негорящих породных отвалов, занимающих площадь около 1000 га (1,86 %), а с учетом СЗЗ (500 м) потери площади свободных территорий значительно больше.

Угольная промышленность в отраслевой структуре образования отходов занимает I место (более 50 %). Негативными последствиями всех технологических процессов являются не только потеря земель, но и нарушение естественных ландшафтов земной поверхности, загрязнение атмосферы твердыми и газообразными примесями, водоемов – шламовыми водами и, кроме этого, многие отвалы, постоянно увеличивая площадь основания, нарушают размеры нормативной СЗЗ. К тому же терриконы представляют экологическую опасность воздействия на животный и растительный мир, а самое главное – на жителей города.

Для Донецкого региона характерно практическое отсутствие производственных мощностей по переработке и обеспечению безопасного хранения отходов. Основным решением данной проблемы является уменьшение техногенной опасности отходов способами утилизации и обезвреживания.

Наиболее перспективным направлением следует считать переориентацию всего промышленного комплекса на менее материалоемкие технологии, сопровождающиеся снижением объемов образования отходов, а также эффективное использование последних, в том числе и породы угледобывающей отрасли, в качестве вторичных ресурсов.

Так, горелые породы являются ценным минеральным сырьем для производства строительных материалов. По своему химическому со-

ставу они на 30–40 % способны заменить природные компоненты в исходных смесях. Например, среди вариантов использования породы шахтных терриконов можно предложить следующие [1]:

- выделение глинозема с целью получения алюминия;
- производство кирпича, строительных и мозаичных плит, стеновых панелей, ступеней, подоконников, черепицы для кровли, плитки для пола и т.д.;
- в качестве заполнителя в растворах бетонов;
- как связующий материал на основе смеси горелых пород, извести и доменных шлаков;
- основа дешевых безклинкерных цементов сверхтонкого помола;
- дешевый и эффективный материал при строительстве дорог.

В данной работе представлены результаты исследования образцов бетонных смесей с использованием породы горящих отвалов шахты ГП «Глубокая» по таким значимым физико-механическим показателям, как прочность и морозостойкость.

Ранее проведенные исследования [2] показали, что наиболее оптимальным условием для изготовления образцов бетонных смесей при 75 % песка и 25 % цемента (в пересчете на сухую смесь), является использование 10–20 % содержания воды, при этом замена песка до 20 % на породу повышает прочность образцов почти в 2 раза.

Влияние низких температур на морозостойкость бетонных смесей было исследовано на образцах при оптимальных концентрациях воды и варьировании содержания перегоревшей породы вместо песка.

Замес бетона для приготовления опытных образцов производился вручную согласно методике [3]. Для дальнейших испытаний отбирались таблетки без внешних дефектов, насыщались водой в течение 96 часов и определялась величина прочности на сжатие контрольных образцов (8 шт.). Оставшиеся образцы подвергались циклам «заморозка–оттаивание» по базовому методу [4] с числом циклов 25 (F25).

После 15 циклов заморозки проводился промежуточный контроль состояния на появление трещин, отколов, шелушения поверхности, а по истечению 25 циклов определялась прочность таблеток на сжатие.

Экспериментальные измерения прочности цементно–породных образцов при оптимальном содержании воды в смесях (10–20 %) графически представлены на рисунках 1–2.

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИИ И ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

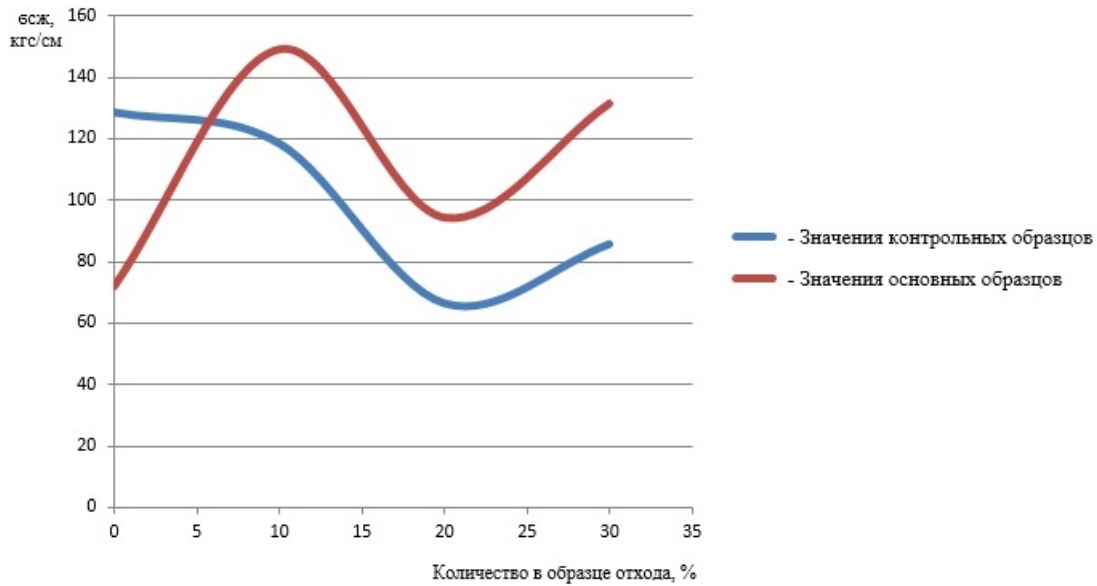


Рисунок 1 – Зависимость изменения прочности цементно-породных образцов при 10 % содержании воды

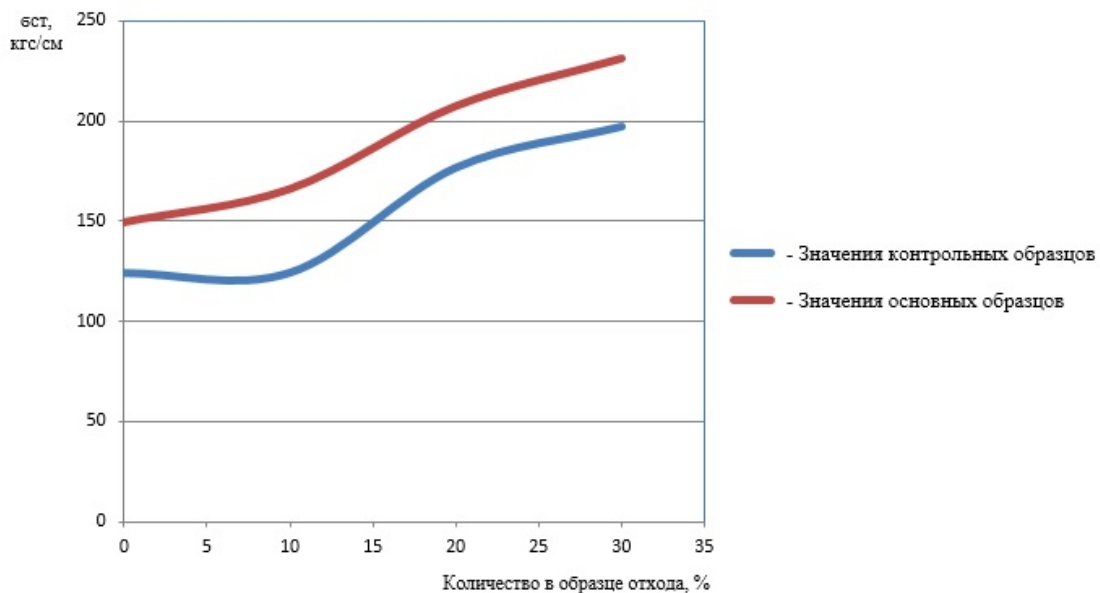


Рисунок 2 – Зависимость изменения прочности цементно-породных образцов при 20 % содержании воды

Полученные результаты для 10 % содержания воды (рис. 1) показали, что образцы, в которых отсутствует порода, не являются морозостойкими. Замена песка на отход в пределах 10–30 % переводит их в категорию «морозостойкие», при этом максимальная прочность соответствует 10 % содержанию отвалной породы.

В то же время, при 20 % содержании воды (рис. 2) все образцы

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИИ И ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

относятся к категории «морозостойкие», при этом повышение концентрации породы до 30 % способствует увеличению значений прочности в 1,6 раза по сравнению с исходными (0 % породы).

Таким образом, результаты исследования позволяют сделать вывод о том, что замена природного ресурса (песка) на отходы угледобычи и углеобогащения улучшает физико-механические свойства бетонных смесей.

Кроме того, успешное решение проблемы утилизации породы горющих отвалов экономически выгодно не только с точки зрения сбалансированного природопользования, но и с экологической, поскольку при этом параллельно решается часть выше указанных экологических проблем.

Интерес представляет экономический эффект замены песка породной массой в производстве шлакоблоков.

В таблице 1 представлены данные приблизительного расчета затрат, необходимых для производства одного шлакоблока.

Таблица 1 – Количество материалов, необходимых для производства единицы продукции и ее стоимость

Основные компоненты	Единицы измерения	Цена, грн.	Затраты	
			Материальные	Стоимостные, грн.
Цемент М500	кг	1,27	2,35	2,984
Порода	кг	–	7,05	–
Вода	кг	0,0064	1,88	0,012
Электроэнергия	кВт	0,96	0,024	0,023
Всего				3,02

Согласно [5] приблизительная цена единицы продукции, произведенной из природных ресурсов, составляет около 9 грн., а расчетная себестоимость  $C_{ед}$  с использованием породной массы – 3,02 грн./шт. (табл. 1), т.е. в 3 раза меньше.

Если предположить, что часовая производительность ( $M_ч$ ) цеха по производству шлакоблоков составляет 1000 шт./час, то годовые затраты определяются по формуле:

$$C_{год} = C_{ед} \cdot M_ч \cdot \tau, \quad (1)$$

где  $\tau$  – количество часов работы цеха, час/год, ( $\tau = 2050$  час).

Тогда величина составит:

$$C_{год} = 3,02 \cdot 1000 \cdot 2050 = 6191 \text{ тыс. грн.}$$

В тоже время затраты на производство шлакоблока из природных ресурсов достигают:

$$Ц'_{\text{год}} = 9,00 \cdot 1000 \cdot 2050 = 18450 \text{ тыс. грн.}$$

Выполненные расчеты показывают, что экономия средств более 12,26 млн. грн. подтверждает экономико–экологическую целесообразность использования породной массы горящих отвалов в качестве вторичного сырья в производстве строительных материалов на примере шлакоблоков.

Полученные расчетные и экспериментальные величины физико–механических показателей прочности подтверждают необходимость утилизации отходов угледобывающей отрасли не только с целью получения более дешевой и конкурентоспособной продукции, но и возможности решения экологических проблем региона.

#### **Библиографический список**

1. Бобович, Б. Б. Переработка промышленных отходов: Учебник для вузов./Б. Б. Бобович – М.: «СП Интермет Инжиниринг», 1999. – 445 с.
2. Шейх, А. А. Использование промышленных отходов в качестве вторичного сырья / А. А. Шейх, Л. В. Чайка // Материалы Межвузовской студенческой конференции «Использование современных технологий менеджмента в целях повышения эффективности предприятий». – Донецк, 2014. – С. 32–35.
3. ГОСТ 27006–86. Бетоны. Правила подбора состава бетон. – Введ. в действие Постановлением комитета стандартов СССР от 01.01.87. – М.: Издательство стандартов, 1987. – 6 с.
4. ГОСТ 10060.1–95. Базовый метод определения морозостойкости. – Введ. в действие Постановлением Минстроя РФ от 01.09.95. – М.: Издательство стандартов, 1995. – 3 с.
5. Шлакоблок в Донецкой области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://doneckayaoblast.flagma.ua/s/шлакоблок-о-1.html>