

УДК 691.55: 620.193

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В
ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Канд. техн. наук Л.А. Кушнерова

**ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ПРОМИСЛОВОСТІ У ВИРОБНИЦТВІ
ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ**

Канд. техн. наук Л.О. Кушнерова

**THE EFFICIENCY OF INDUSTRIAL WASTES USING IN THERMAL INSULATION
MATERIALS PRODUCTION**

Cand. of techn. sciences L. Kushnerova

У статті наведено результати досліджень з отримання теплоізоляційних матеріалів з використанням відходів промисловості, а саме глиноземистого та металургійного виробництва, а також енергетичної галузі. Результати підтверджують доцільність утилізації вторинних продуктів промисловості при виробництві композиційних теплоізоляційних матеріалів, як наслідок цього зниження їх собівартості, за рахунок заміни ними більш дорогих сировинних матеріалів.

Ключові слова: теплоізоляція, пористий, газоутворення, відходи промисловості.

В статье представлены результаты исследований по получению теплоизоляционных материалов с использованием отходов промышленности, а именно глиноземистого и металлургического производства, а также энергетической отрасли. Результаты подтверждают целесообразность утилизации вторичных продуктов промышленности при производстве композиционных теплоизоляционных материалов, как следствие снижение их себестоимости, за счет замены ими более дорогих сырьевых материалов.

Ключевые слова: теплоизоляция, пористый, газообразование, отходы промышленности.

The problem of utilization of industry waste pays much attention, both in our country and foreign countries. It forms a stable view of this problem solution through the large-scale using as utilization in the building materials manufacture. There is always a problem of the finished products cost reducing by applying more efficient and advanced manufacturing technologies in the building materials production industry. The article presents the results of research of thermal insulating materials production on the base of industrial waste. This will solve the problem of disposal, and also reduce the cost of finished products, due to the replacement of more expensive materials.

Keywords: heat-insulation, porous, gasification, red mud, industrial waste.

Введение. Развитая промышленность страны predetermined значительную экологическую нагрузку на окружающую среду. Отвалы зол ГРЭС, "красный шлам", являющийся отходом глиноземистого производства, гранулированный доменный шлак металлургических заводов занимают сотни гектаров плодородных земель. В настоящее время количество накопленных (из-за отсутствия переработки) отходов исчисляется сотнями миллионов тонн. Ежегодный прирост только по одному из заводов составляет порядка 800 тысяч тонн.

Постановка проблемы. Переработка промышленных отходов требует значительных материальных, денежных и трудовых затрат, которые не исключают загрязнение близлежащих территорий вредными и опасными для жизни всех живых существ веществами, особенно мелкозернистыми вторичными продуктами промышленности. К настоящему моменту сформировался устойчивый взгляд на решение данной проблемы путем широкомасштабного использования, утилизации в производстве строительных материалов.

Анализ последних достижений и публикаций. Проблеме утилизации вторичных продуктов промышленности в производстве строительных материалов уделяется большое внимание как в нашей стране, так и за рубежом [1-6]. Результаты многочисленных исследований нижеприведенных и многих других авторов дали возможность использовать вторичные продукты промышленности при производстве различных строительных изделий и конструкций.

Существенный вклад в решение проблемы утилизации отходов глиноземистого производства сделан известными учеными и специалистами: В.И. Корнеевым, Л.И. Дворкиным, Г.Н. Бабачевым, В.А. Утковым, Ю.С. Левиным, И.В. Косогиной и др. [7-15].

Определение цели и задачи исследования. В индустрии производства строительных материалов всегда стояла задача снижения стоимости готовых продуктов путём применения более эффективных и прогрессивных технологий производства.

В лаборатории нашей кафедры проводятся исследования по разработке новых эффективных теплоизоляционных композиционных материалов ячеистой структуры на основе отходов промышленности.

В связи с этим уже долгое время целью научно-исследовательских лабораторий является разработка строительных материалов и изделий на основе отходов промышленности, а также замена ими более дорогих сырьевых материалов. Поэтому работа была направлена на разработку ячеистого материала для промышленной теплоизоляции на основе отходов производства.

Основная часть исследований.

Гранулированный доменный шлак с металлургического завода им. Петровского в г. Днепропетровске имеет следующий химический состав: SiO_2 – 38,9 %, Al_2O_3 – 7,33 %, Fe_2O_3 – 0,9 %, CaO – 47,37 %, MnO – 0,94 %, MgO – 3,46 %, S – 1,1 %.

Результаты исследований по разработке теплоизоляционного материала на основе гранулированного доменного шлака представлены на диаграммах (рис. 1). Для проведения исследований по определению оптимальных составов разработан план эксперимента симплекс-решетчатого метода. В качестве исходных компонентов приняты: шлак и глина, глиноземистый цемент, жидкое стекло, едкий натрий и алюминиевая пудра.

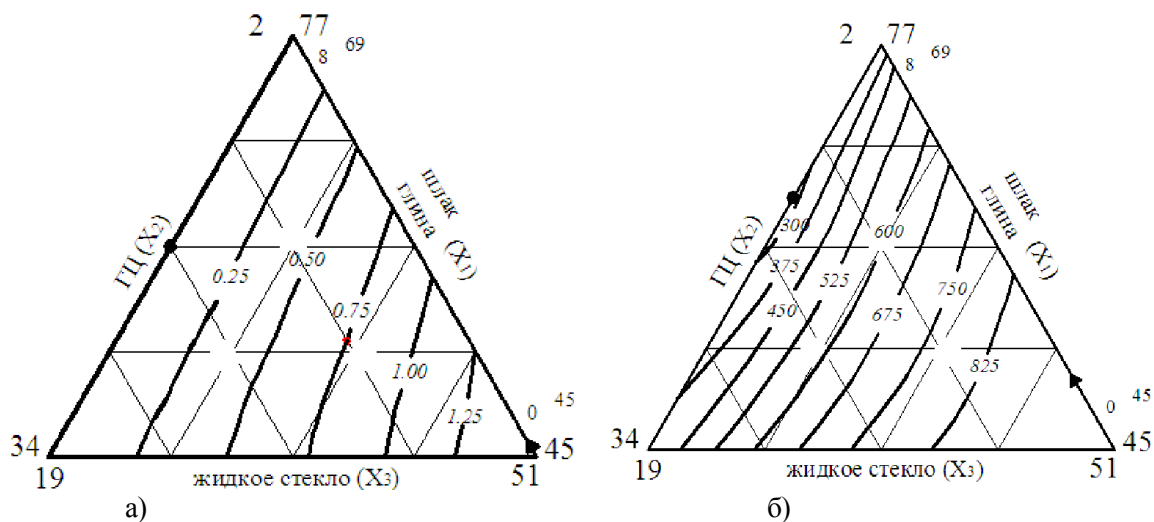


Рис. 1. Влияние содержания компонентов на:
а – прочность при сжатии, МПа; б – среднюю плотность, кг/м³

По результатам проведенных исследований получен теплоизоляционный материал с плотность до 500 кг/м³ и коэффициентом теплопроводности до 0,131 Вт/м⁰С, технология

производства которого позволяет достичь разопалобочную монтажную прочность более 0,4 МПа.

Зола-унос представляет собой тонкодисперсный материал, состоящий, как правило, из частичек размером от долей микрона до 0,14 мм. Зола образуется в результате сжигания твердого топлива на ТЭС и улавливается электрофильтрами, после чего в сухом состоянии отбирается с помощью золоотборника на производственные нужды либо вместе с водой и шлаком отправляется на золоотвал.

Введение в пенобетонную смесь золы-унос позволяет повысить агрегативную устойчивость смеси в период от начала до конца схватывания цементного раствора.

Эффективным направлением использования зол ТЭС является производство материалов на основе шлакосиликатных вяжущих.

На основе проведенного анализа и в связи с тем, что в состав ранее разрабатываемого теплоизоляционного материала входит такой дорогостоящий компонент, как глиноземистый цемент, были проведены исследования с целью снижения содержания данного компонента за счёт замены его на золу-унос. По результатам исследований были построены графики влияния соотношения золы-унос и глиноземистого цемента на свойства композиционного материала (рис. 2).

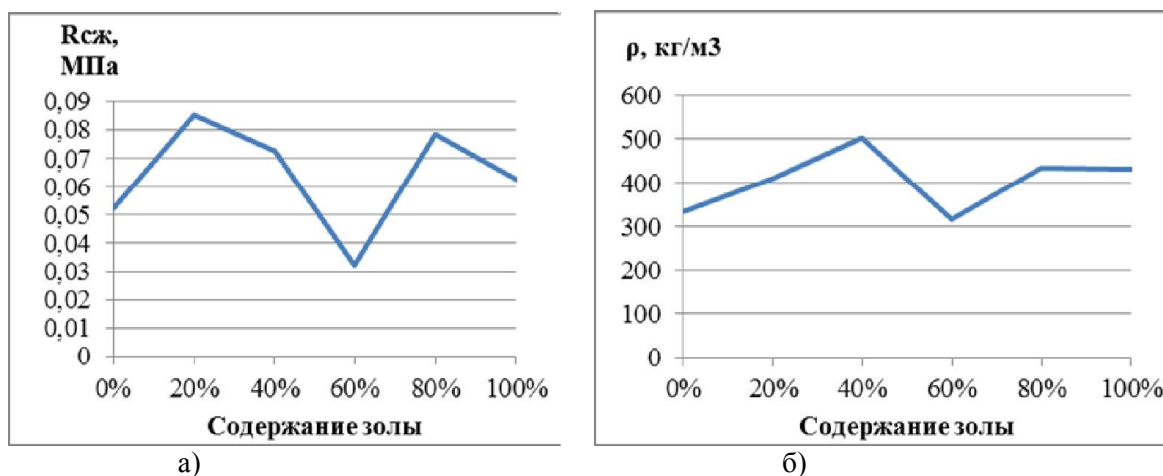


Рис. 2. Влияние содержания золы на:
а – прочность при сжатии, МПа; б – плотность, кг/м³

Из анализа графика (рис. 2,а) видно, что с увеличением содержания золы на 20 % наблюдаем увеличение прочности при сжатии до 0,09 МПа. Далее при увеличении золы до 60 % наблюдаем резкое снижение прочности до 0,03 МПа. При дальнейшем повышении содержания золы наблюдаем повышение прочностных показателей.

Это объясняется тем, что зола-унос позволяет повысить агрегативную устойчивость смеси в период от начала до конца схватывания цементного теста, тем самым предотвратить перемещение компонентов в пространстве под действием гравитационных сил и, таким образом, негативно влиять на формирование структуры. Вторым положительным моментом является ее мелкодисперсный состав, способствующий созданию плотной упаковки частиц в

межпоровой перегородке пеномассы. Если же в межпоровой перегородке не достигается стесненного состояния, то образовавшиеся первичные продукты гидратации будут находиться преимущественно в гелеобразном состоянии, при высыхании которых начнут развиваться усадочные явления как в межпоровых перегородках, так и во всем массиве ячеистого теплоизоляционного материала. Сформировавшаяся перегородка при таких условиях будет обладать небольшой прочностью, что в свою очередь приводит к резкому снижению прочностных характеристик материала.

В результате исследований с целью получения теплоизоляционного материала с минимальной себестоимостью и оптимальными физико-механическими свойствами следует применять состав с содержанием золы-унос

80 % от массы глиноземистого цемента. Разработанный материал будет иметь следующие свойства: прочность при сжатии около 0,1 МПа; плотность до 400 кг/м³.

Красный шлам представляет собой комплексное сырье с высоким содержанием оксидов алюминия, железа, натрия, титана, кальция, кремния; массовая доля составляет: Al₂O₃ — не менее 10 %, Fe₂O₃ — не менее 50 %, Na₂O — не более 5 %, TiO₂ — до 7 %, CaO — до 8 %, SiO₂ — до 6 %.

Для разработки составов теплоизоляционного материала с использованием красного

шлама в качестве смежных сырьевых компонентов приняты: микрокремнезем, жидкое стекло, алюминиевая пудра, едкий натрий и известь. Разработка состава теплоизоляционного материала проводилась согласно плану симплекс–решетчатого метода планирования эксперимента (рис. 3).

Из анализа диаграмм (рис. 4, 5) выбран оптимальный состав теплоизоляционного материала со следующими свойствами: прочность 0,8-0,9 МПа; плотность 550-650 кг/м³.

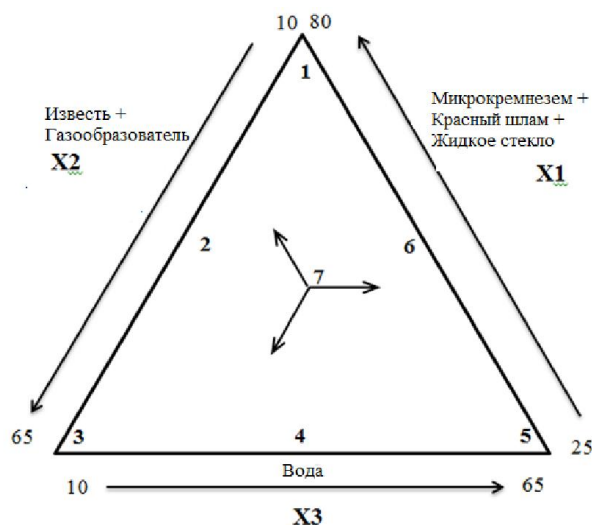


Рис. 3. План симплекс-решетчатого метода планирования эксперимента

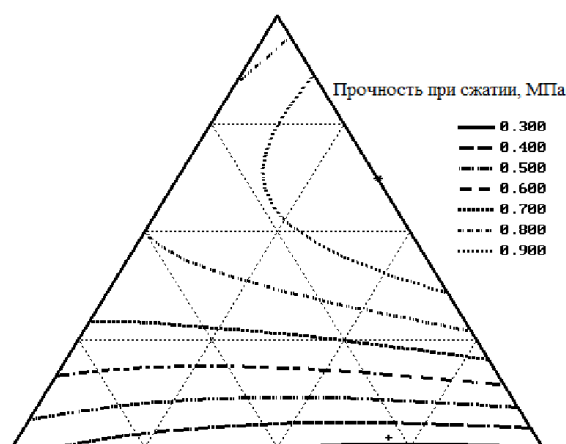


Рис. 4. Диаграмма влияния компонентов на прочность при сжатии

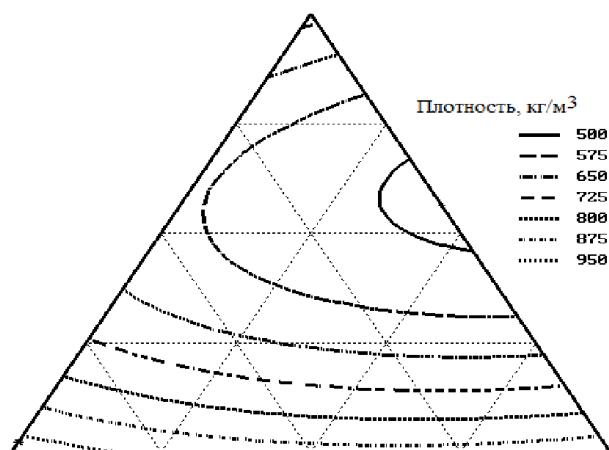


Рис. 5. Діаграма впливу компонентів на щільність

Висновки. В результаті досліджень розроблені складові теплоізоляційних матеріалів з високими показателями якості, що підтверджує доцільність утилізації вторинних продуктів

промисловості при виробництві композиційних теплоізоляційних матеріалів, як наслідок зменшення їх собівартості, за рахунок також заміни ними більш дорогих сировинних матеріалів.

Список використаних джерел

1. Волженский, А.В. Применение зол и шлаков в производстве строительных материалов [Текст] / А.В. Волженский, И.Л. Иванов, Б.Н. Виноградов. – М.: Стройиздат, 1984. – 216 с.
2. Кривенко, П.В. Экологические аспекты внедрения новых строительных материалов и технологий [Текст] / П.В. Кривенко // Нові технології в будівництві. – 2002. – № 1(3). – С. 14-18.
3. Lyashenko, T. Compromise optimization of slag alkaline binders with computational materials science methods. Alkali Activated Materials [Text] / T. Lyashenko, V. Voznesensky // Research, Production and Utilization. Proc. Int. Conf. – Prague, CRA, 2007. – P. 447-458.
4. Нетеса, Н.И. Проектирование составов легких бетонов со вторичными ресурсами Днепропетровского региона [Текст] / Н.И. Нетеса, Д.В. Паланчук // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Дніпропетровськ: Дніпр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В Лазаряна, 2010. – Вип. 33. – С.180-184.
5. Нетеса, Н.И., Паланчук Д. В. Рациональные составы бетонов для звуко- и теплоизоляции / Н. И. Нетеса, Д. В. Паланчук // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. - Одеса: Зовнішрекламсервіс, 2010. – Вип. 39. – С. 110 – 118.
6. Нетеса, Н.И. Эффективность применения суперпластификаторов в низкопрочных бетонах [Текст] / Н.И. Нетеса, Д.В. Паланчук // Будівельні конструкції: міжвідомчий наук.-техн. зб. наукових праць. – К.: ДП НДІБК, 2009. – Вип. 72. – С. 453-456.
7. Шморгуненко, Н.С. Комплексная переработка и использование отвальных шламов глиноземного производства [Текст] / Н.С. Шморгуненко, В.И. Корнеев. – М.: Металлургия, 1982. – 129 с.
8. Корнеев, В.И. Красные шламы. Свойства, складирование, применение [Текст] / В.И. Корнеев, А.Г. Сусс, А.И. Цеховой. – М.: Металлургия, 1991. – 144 с.
9. Утков, В.А. Перспективы развития способов переработки и использования красных шламов в СССР и за рубежом [Текст] / В.А. Утков, А.В. Пацей, Е.И. Казаков. – М.: ЦНИИцветмет экономики и информации, 1983. – 32 с.
10. Левин, Ю.С. Контроль химического состава красных шламов при переработке и выпуске товарной продукции [Текст] / Ю.С. Левин, В.М. Пряхина, А.Д. Сушинский [и др.] // Сотрудничество

для решения проблемы отходов: материалы III междунар. конф. (Харьков, 7 – 8 февраля 2006 г.). – Харьков, 2006. – С. 42-44.

11. Косогіна, І.В. Отримання комплексного реагенту з відходів глиноземних виробництв [Текст] / І.В. Косогіна, Н.В. Стасюк, Я.П. Гудим // Хімія та сучасні технології: тези доп. VI міжнар. наук.-техн. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених, 24-26 квітня. – Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2013. – Т. 1. – С. 76-77.

12. Дворкин, Л.И. Строительные материалы из отходов промышленности [Текст] / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. – Ростов н/Дону: Феникс, 2007. – 368 с.

13. Напрямки і перспективи використання відходів металургійної, гірничої та хімічної промисловості в будівництві [Текст] / В.І. Большаков, Г.М. Бондаренко, А.І. Головка [та ін.]. – Дніпропетровськ: Gaudeamus, 2000. – 140 с.

14. Караханиди, С.Г. Использование золы как вторичного сырья в строительстве [Текст] / С.Г. Караханиди. – Фрунзе: Кыргызстан, 1990. – 120 с.

15. Бабачев, Г.Н. Зола и шлаки в производстве строительных материалов [Текст] / Г.Н. Бабачев; пер. с болг. Л. Шариновой. – К.: Будівельник, 1987. – 133 с.

Рецензент д-р техн. наук, профессор Н.В. Шпирько

Кушнерова Лілія Олександрівна, канд. техн. наук, доцент кафедри технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій, Державний вищий навчальний заклад “Придніпровська державна академія будівництва та архітектури”, Днепропетровск, Украина. Тел. +38 (0562) 46-93-76. E-mail: Lilu300184@yandex.ru.

Kushnerova Liliya Alexandrovna, Tech. Sc. Cand., Associate Professor of Department of technology of building materials products and constructions, State higher educational establishment “Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, Dnepropetrovsk, Ukraine. Tel. 38 (0562) 46-93-76. E-mail: Lilu300184@yandex.ru.

Стаття прийнята 02.10.2015 р.