

теплопроводности, составляющий 0,08 Вт/м·град, позволяет поддерживать температуру в жилье даже без отопления. То есть, достаточно тепловыделения бытовых приборов и самих людей (100-120 Вт/ч на человек).

Основной недостаток полистиролбетона – высокая стоимость ПВГ. Замена части гранулированного полистиролбетона шлаковым песком размером 3-5 мм позволит резко сократить себестоимость изделий из полимербетона (на 25-30 %), увеличивая механическую прочность. Введение шлака будет ограничено разумным повышением теплопроводности. Это будет новый вариант теплоэнергосберегающего и пожаробезопасного строительного материала.

Кафедра также обратилась к техногенному сырью горно-обогатительных фабрик медно-никелевых руд Норильска и вольфрамовых руд Забайкалья. В Норильском промышленном регионе скопились многие тысячи тонн шламов обогатительных фабрик с достаточно высоким содержанием меди, никеля и кобальта. Внедрение процесса гранулирования шлама позволит получить дополнительное сырье для производства цветных металлов.

Исследование состава отвала вольфрамовой руды показало также возможность доизвлечения вольфрама после дополнительной переработки отдельных фракций.

В целом, переработка техногенного сырья нуждается в аппаратурно-технологическом обеспечении. В указанных работах принимают участие студенты-бакалавры 2-4 курсов и магистры. Наиболее активные из них – участники студенческих конференций разного уровня, на которых ежегодно по 4-5 человек занимают призовые места.

## ЗАКЛАДОЧНЫЕ СОСТАВЫ ДЛЯ КРАСНОКАМЕНСКОГО ГОКА НА ОСНОВЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

**М.А. Алпысбаев**

Научный руководитель доцент О.И. Налесник

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В настоящее время закладка горных выработок Краснокаменского уранового рудника в основном осуществляется прочными цементными бетонами с песчано – гравийной смесью (ПГС) в качестве наполнителя для несущих стен (перегородок). При этом заполнение образовавшихся «комнат» производится менее прочными закладочными бетонами на основе ПГС с введением золы уноса для сокращения расхода цемента. [1] Альтернативой ПГС для этих менее прочных бетонов является миллионные золошлаковые отвалы (ЗШО) Краснокаменской ТЭЦ. Также известно, что для бетонов достаточно широко используется золошлаковые смеси тепловых электростанций. [2]. Отвалы занимают большие территории вблизи крупных городов. В засушливое время идёт значительное распыление золы. Поэтому актуальностью задания является ликвидация текущего сброса зола – шлаковых отходов и постепенная переработка лежалых ЗШМ.

Целью работы является получение закладочного материала на основе золы уноса и золошлаковых отходов при минимальных расходах цемента. Прежде всего необходимо установить интервал добавок золы уноса и ЗШО, в которых содержание дорогостоящего цемента будет минимально, а прочность удовлетворяет требования к закладочному материалу. [3]

Наиболее широко применяемая твердеющая закладка «комнат» характеризуется нормативной прочностью 1,0 и 3,0 МПа, которая должна обеспечиваться к моменту обнажения закладочного массива. [4]

Методика эксперимента.

Зола – уноса Краснокаменского ТЭЦ поступила к нам в начале 2015 г. Она потеряла свою активность и поэтому механически активировалась в минимельнице в течение 3-х минут вместе с добавкой цемента.

Закладочная смесь из цемента (М-400), золы уноса и золы гидроудаления (ЗГУ) перемешивалась в сухом виде, затем добавлялась вода до получения вязкости, удобной для закладки в кубические формы (55×5 см). После двух суток выдержки кубики извлекались из эластичной формы, пропаривались над водяной баней 6 часов. После сушки проводилось взвешивание и испытание на прочность при раздавливании на прессе ПМГ – 100 МГЧ.

Результаты и их обсуждение:

Рис.1 показывает эффект от механоактивации золы уноса и её смеси с цементом в сравнение с их смесью без активации. Общая масса смеси составляла 400 г. Доля золы уноса составляла 85 – 100% (остальное цемент). Результат показывает, что активация смеси при 5% содержании цемента обеспечивает прочность камня, равную 4,5 МПа. Более высокое содержание цемента (10 и 15%) не требуется для закладки «комнат».

В следующей серии часть золы уноса замещалась золой гидроудаления (фракция –0,315+0 из ЗШО) в количестве 20, 30, 40 и 50% от их смеси, принятой за 100%. При этом содержание цемента в закладочной смеси также изменялось от 0 до 15%. Для сравнения полученных результатов на рис. 2 перенесена из рис. 1 зависимость прочности смеси золы уноса с цементом. (кривая 1).

Из рис. 2 видно, что 20% содержание золы гидроудаления в смеси с золой уноса при 10% содержании цемента обеспечивает прочность закладки в 6 МПа, а прочность в 3 МПа обеспечивается при 7,5% содержании цемента. Дальнейшая добавка золы гидроудаления до 50% от их смеси с золой уноса обеспечивает прочность в 1,3 МПа при 5% содержании цемента.

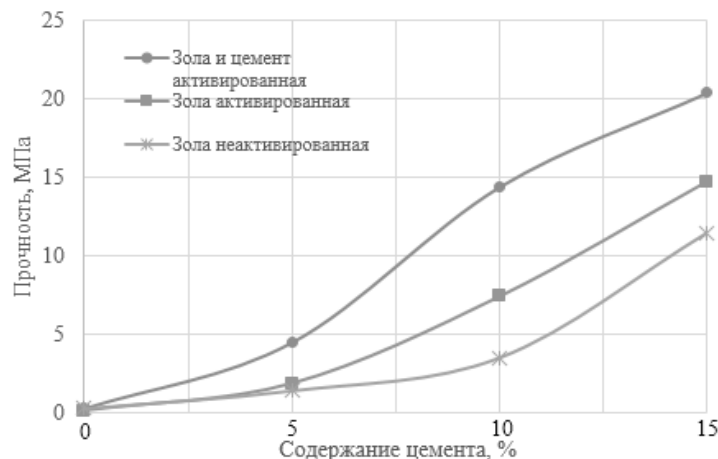


Рис. 1. Зависимость прочности золо – цементного камня от содержания и цемента

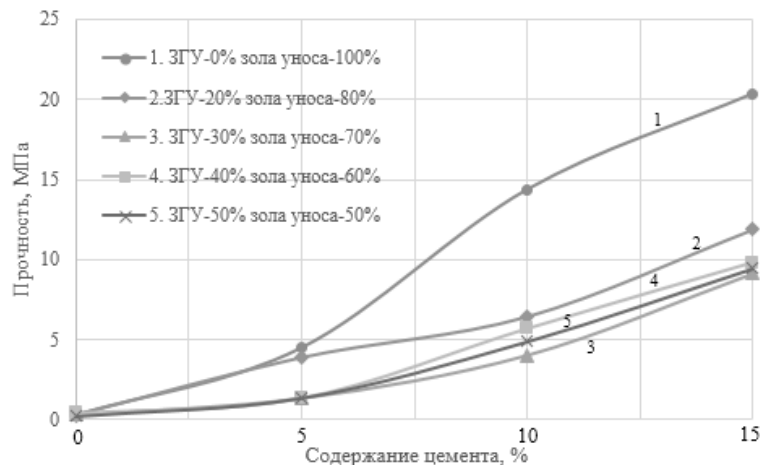


Рис. 2. Влияние содержания ЗГУ на прочность золо – цементного камня

Основные выводы:

1. Механоактивация золы – уноса вместе с 5% добавкой цемента увеличивает прочность цементного камня в 3 раза.
2. Применение в качестве наполнителя золы гидроудаления в количестве 20% от их смеси с золой уноса обеспечивает прочность 3,8 МПа. Дальнейшее увеличение золы гидроудаления до 30-50% обеспечивает прочность закладки > 1,34 МПа при 5% содержании цемента, что соответствует стандарту предприятия (1 МПа).

#### Литература

1. Модернизации закладочного производства. ОАО «ППГХО» Краснокаменск. – 2012. – 9 с.
2. ГОСТ 25592–91. Смеси золошлаковые тепловых электростанций для бетонов. Технические условия.
3. Закладочные работы в шахтах: Справочник. – М.: Недра, 1989.
4. Требования к закладочным материалам. Составы твердеющих закладочных смесей. Краснокаменск // Стандарт организации, СТО 07621060-081-2014 – 17 с.

### ПОЛУЧЕНИЕ ЗАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ ЗОЛЫ ТЭЦ И ТЕХНИЧЕСКОЙ СЕРЫ

А.П. Полторанина, И.В. Амеличкин, В.А. Яковенко, И.В. Фролова

Научный руководитель: доцент И.В. Фролова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Проблема промышленных отходов связана не только с экологической безопасностью, но и с экономической, так как использование отходов в виде вторичного сырья гораздо дешевле, чем их уничтожение или хранение. Поэтому вопрос утилизации техногенных материалов является одним из важнейших. Объектом исследования данной работы явилась сера – попутный продукт Норильского горно- металлургического комбината и зола уноса Краснокаменской ТЭЦ.