

С е к ц и я 12

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Подсекция 2.

МИНЕРАЛЬНОЕ СЫРЬЕ

ПРЕВРАТИМ ПРОМЫШЛЕННЫЕ ОТВАЛЫ В ТЕХНОГЕННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В.В. Тихонов, О.И. Налесник

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время миллионнотонные отвалы переработки природных ресурсов становятся техногенным сырьем во многих отраслях промышленности. Это связано с истощением богатых месторождений и удорожанием добычи с больших глубин, а также с развитием техники и технологии извлечения ценных компонентов из бедного сырья.

Промышленные отвалы горнодобывающих и перерабатывающих предприятий исчисляются миллиардами тонн, занимают огромные территории, зачастую вблизи городов в сельскохозяйственной зоне. К таким техногенным образованиям относятся золошлаковые отвалы (ЗШО) угольных тепловых электростанций (ТЭЦ). При факельном сжигании молотого угля образуются зола и шлаки.

По химическому составу ЗШО содержат 45 – 58 % SiO_2 , 15 – 27 % Al_2O_3 , 9 – 12 % угольного недожога и 6 – 15 % Fe_2O_3 . До нескольких процентов содержится CaO и MgO , до 1,5 % TiO_2 . Доли процента приходится на оксиды калия, натрия, марганца, фосфора и серы. В сотых долях процента в золах содержатся редкие и редкоземельные элементы, в тысячных – драгметаллы. Исследования по кислотной, щелочной переработке ЗШО не привели к успеху на современном уровне развития технологии, увеличивая экологические проблемы.

В то же время исследования, выполненные в XX веке во многих странах, показали наличие в ЗШО ценных структурных компонентов, пригодных к использованию без преобразования во многих современных технологиях. Это плавающая (легкая) микросфера (0,5 – 0,7 %), угольный недожог (7 – 12 %), тяжелая магнитная микросфера (6 – 15 %). Шлак ($d > 5$ мм) и шлаковый песок ($d > 0,315$ мм) составляют до 20 – 25 %.

Кафедра ОХТ с 2014 г. занимается исследованием составов и изучением технологических операций извлечения ценных компонентов из ЗШО Северской, Томской, Краснокаменской и др. ТЭЦ России и даже одной ТЭЦ Болгарии.

В результате была предложена схема комплексной переработки ЗШО Северской ТЭЦ. В настоящее время начались работы по созданию экспериментальной передвижной установки по переработке лежалых и текущих ЗШО. Результаты испытаний этой установки позволяют получить исходные данные для проектирования и строительства опытного завода в Северске по комплексной переработке ЗШО. После извлечения плавающей алюмосиликатной микросферы, тяжелой магнитной фракции и угольного недожога остаток золы поступит в производство бетонов и растворов. Шлак вместе с остатком золы пойдет на дорожное строительство в заболоченных территориях Томской области.

Расчеты показывают высокую экономическую привлекательность такой комплексной переработки ЗШО. Передвижная экспериментальная установка может в дальнейшем быть использована для технологических исследований золоотвалов на других территориях.

Другую возможность комплексной переработки и применения компонентов представляют ЗШО Краснокаменской ТЭЦ (Забайкальский край).

Кафедра предлагает отделить из лежалых и текущих ЗШО шлак (–20+5) мм и шлаковый песок (–5+0,315) мм, а из зольной составляющей выделить в виде концентратов угольный недожог и магнетит. Остаток зольной составляющей со шлаком и шлаковым песком могут быть использованы в качестве наполнителей бетона для закладки горных выработок Приаргунского горно-химического комбината. В настоящее время закладка осуществляется бетонами с песчано-гравийным наполнителем. Полученная бетонная смесь с ЗШО в качестве наполнителей при минимуме цемента имеет прочность 1 – 3 МПа, что достаточно для заполнения пустот после извлечения урановой руды.

Техническое предложение кафедры позволит на 70 – 80 % сократить расход дорогой ПГС в закладочном производстве, оставив ее только для несущих (опорных) стен. Основной же объем горных выработок («комнат») будет заполняться закладочными золошлаковыми бетонами при минимальном расходе цемента.

Следующей возможностью применения ЗШО является производство полистиролбетонных (ПСБ) изделий для мало- и многоэтажного строительства. Полистиролбетон на основе цемента и полистирола вспененного гранулированного (ПВГ) с плотностью до 600 кг/м³ не тонет в воде, не горит. Коэффициент

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 летнее время идёт значительное распыление золы. Поэтому актуальностью задания является ликвидация текущего сброса золо – шлаковых отходов и постепенная переработка лежащих 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 требованиям 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.