

4 Производство фосфогипсового отвального камня из ФПГ и выдержкой его на открытом воздухе позволяет получать водостойкий камень, пригодный к перевозке любым видом транспорта.

ЛИТЕРАТУРА

1 Подлузский, Е.Я. Перспективы развития производства цемента в Республике Беларусь / Е.Я. Подлузский, В.Л. Бильдюкевич и др. // Сборник докладов МСХТЦ. – М., 2009.

2 Бутт, Ю.М. Портландцемент // Ю.М. Бутт, В.В.Тимашев. - М.: Стройиздат, 1974

3 Ахмедов, М.А. Фосфогипс / М.А. Ахмедов, Т.А. Атакузиев. Ташкент: Фан, 1980.

4 Иваницкий, В.В. Фосфогипс и его использование / В.В. Иваницкий, П.В. Классен, П.В. Новиков и др. М.: Химия, 1990.

УДК 666.3–127

И.А. Левицкий, проф., д-р техн. наук; Ю.Г. Павлокевич, канд. техн. наук;
Р.Г. Романов, студ., А.А. Хорт, студ. (БГТУ, г. Минск)

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КЕРАМЗИТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ

Основными показателями, определяющим перспективность производства и применения керамзита в строительстве, является его стоимость, качество и экологическая безопасность. Все эти показатели взаимосвязаны между собой и определяются свойствами керамзита и видом применяемых материалов.

В производстве керамзитового гравия регулирование свойств обеспечивается составом сырьевой смеси за счет введения корректирующих добавок.

В качестве таких добавок в данной работе исследованы шламы Белорусского металлургического завода (БМЗ), образующиеся при нейтрализации сточных вод на станциях нейтрализации СТПЦ № 1 и № 2 и характеризующиеся высоким содержанием оксидов железа. Химический состав шламов представлен в таблице.

Таблица – Химический состав гальванических шламов

Гальванический шлам	Содержание компонентов в пересчете на оксиды, % ³									
	Fe ₂ O ₃	CaO	P ₂ O ₅	SO ₃	ZnO	PbO	MgO	Na ₂ O	CO ₂	H ₂ O
СТПЦ-1	12,6– 22,5	16,7– 32,8	0,4– 2,7	23,7– 35,6	1,03– 1,85	0,12– 1,80	0,31– 1,08	0,78– 2,13	0,05– 0,14	20,7– 23,01
СТПЦ-2	14,7– 28,8	22,1– 37,87	6,9– 18,3	0,35– 2,35	2,16– 3,87	0,06– 0,08	0,46– 1,01	0,68– 1,05	3,6– 12,7	15,3– 22,66

³ Здесь и далее по тексту приведено массовое содержание

С целью изучения особенностей применения шламов БМЗ при производстве керамзита, а также выявления возможного неблагоприятного влияния ионов тяжелых металлов, содержащихся в гальваношламах на окружающую среду и экологическую безопасность продукции, были проведены лабораторно-технологические испытания.

На основе глины месторождения «Кустиха», применяемой на Петриковском керамзитовом заводе ОАО «Гомельский ДСК», были составлены шихты, включающие в качестве корректирующей добавки шламы БМЗ в количестве 5–12,5%. Керамзитовый гравий термообработывали в электрической лабораторной печи при температурах вспучивания 1100–1200°C по специальному режиму. Исследования показали, что использование в качестве корректирующих добавок гальванических шламов БМЗ позволяет получить материал с требуемой вспучиваемостью, улучшить качество керамзита и расширить диапазон регулирования свойств пористого заполнителя [1]. Керамзит, полученный с использованием шламов БМЗ, характеризуется потерей массы после 20 циклов попеременного замораживания и оттаивания – 0,83%, сопротивлением раздавливанию – 3,9 Н/мм², насыпной плотностью 515–560 кг/м³, содержанием водорастворимых сернистых и серноокислых соединений – не более 0,2%, что превосходит значения образцов, синтезированных с использованием глины без добавок гальванических шламов.

На Петриковском керамзитовом заводе переработку сырья осуществляют шликерным способом. Глинистую суспензию готовят, распуская в воде глинистое сырье вместе с корректирующими добавками. Полученный шликер с влажностью 53–55 % подают через специальный питатель во вращающуюся печь, где происходят испарение влаги шликера, образование и формирование гранул и последующий обжиг со вспучиванием. В таком производстве обеспечение требуемой текучести и разжижаемости шликера при минимальных значениях влажности является важной производственной задачей, для решения которой в работе были изучены реологические характеристики шликеров в системе «глина – гальванический шлам – вода» и определены условия разжижения глиняной суспензии на основе оптимальной сырьевой смеси. В качестве электролитов использовались широко известные в промышленности разжижители – кальцинированная сода (Na_2CO_3), жидкое стекло (Na_2SiO_3), пирофосфат натрия ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$), триполифосфат натрия ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$), углещелочной реагент (УЩР). Электролиты вводились с концентрацией 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,4; 0,5 и т.д. сверх 100% от массы сухого вещества. Влажность шликера составляла 54 %, плотность – 1530 кг/м³.

Изменение вязкости и коэффициента загустеваемости шликера, содержащего различные количества электролитов, оценивалось по

скорости истечения из воронки вискозиметра Энглера после 30 с и 30 мин выдержки. Как показали исследования, введение индивидуальных электролитов (кальцинированная сода, жидкое стекло, триполифосфат натрия, углещелочной реагент) в исследуемый шликер нецелесообразно и неэффективно, так как переход системы от структурированного характера течения к ньютоновскому не наблюдается или происходит при высоких концентрациях электролитов, что обусловлено как полиминеральностью используемого глинистого сырья, так и составом гальванических шламов.

Известно, что эффективность действия разжижителей зависит от состава жидкой фазы. На разжижающем эффекте отрицательно сказывается присутствие в шликере ионов Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} . По степени отрицательного воздействия они могут быть расположены в ряд: SO_4^{2-} (вносятся шламом СТПЦ-1), Ca^{2+} , Mg^{2+} (вносятся шламом СТПЦ-2). С увеличением содержания указанных ионов в жидкой фазе шликера уменьшается эффективность действия добавок разжижителей, что связано с образованием труднорастворимых соединений. Разжижитель в этом случае не успевает воздействовать на глинистые частицы шликера. Как показали исследования, шликеры, содержащие в своем составе шламы СТПЦ-1, при той же концентрации электролитов обладают меньшей текучестью при большей влажности, чем шликеры, содержащие шламы СТПЦ-2.

Обеспечить необходимые технологические свойства шликера в системе «глина – гальванический шлам – вода» возможно только при использовании комбинаций электролитов, например, кальцинированной соды в сочетании с триполифосфатом натрия. Комбинирование электролитов позволяет значительно снизить влажность (до 48–49 %), коэффициент загустеваемости (до 1,1) и время истечения (до 6 с) шликера. В данном случае эффективное совместное влияние электролитов на свойства шликера связано с различной направленностью и механизмом их воздействия, что подтверждает возникновение эффекта синергизма (усиление действия компонентов при их совместном введении) и обуславливает изменение реологического характера течения глинистой суспензии со структурированного на ньютоновский.

С целью определения миграции ионов тяжелых металлов из керамзита в окружающую среду и соответственно максимальной возможности неблагоприятного его воздействия исследованы водные вытяжки из керамзита по действующей методике. Оценка влияния ионов тяжелых металлов на окружающую среду проводилось путем сопоставления уровня их фактического содержания в водном экстракте с предельно допустимой концентрацией для воды водоемов (ПДК_в) и с их ПДК в почве (ПДК_п), утвержденными Министерством природных

ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и Министерства здравоохранения Республики Беларусь.

Для изучения миграции ионов тяжелых металлов в водную среду образцы керамзита помещались в сосуды с дистиллированной водой. Соотношение объема исследуемых образцов и воды составляло 1:3. Исследования выполнялись на образцах материалов с незначительными сколами поверхности, что позволило имитировать некоторое разрушение материала в процессе использования. Исследование водных вытяжек проводилось через 1, 3, 7, 10, 20 и 30 суток выдержки материала в воде при температурах 20°C и 40°C, характерной для летнего перегрева жилищ. Согласно данным химического анализа гальванических шламов, приведенных в таблице, из керамзита могут вымываться ионы железа, свинца и цинка, вследствие чего с помощью атомно-адсорбционной спектроскопии определены концентрации указанных катионов в водных вытяжках, полученных по выше приведенной методике. Изучение миграции тяжелых катионов проводилось на приборе GBC PAL 3000 Auto Sampler Avanta GM (США) в среде аргона при длинах волн для свинца 283,3 нм, железа – 392,0 нм и цинка – 307,6 нм.

Анализ полученных данных позволил сделать вывод, что в водных вытяжках материала некоторое увеличение количества тяжелых металлов отмечается только по цинку, но его содержание полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым Министерством здравоохранения Республики Беларусь по содержанию химических элементов в почве и воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Миграция ионов Zn^{2+} через 30 суток выдержки керамзита в воде соответственно составляет 0,84 мг/л и 4,512 мкг/г почвы, что значительно ниже предельно допустимых концентраций ПДК_в (1,0 мг/л) и ПДК_п (23,0 мкг/г почвы) для цинка.

Таким образом, при использовании в производстве керамзита гальванических шламов БМЗ шликерная технология позволяет улучшить качественные показатели пористого заполнителя и исключить вымывание из него тяжелых металлов. Их применение безопасно для окружающей среды и потребителей.

ЛИТЕРАТУРА

1 Левицкий, И.А. Применение гальванических шламов для производства керамзитового гравия / И.А. Левицкий, Ю.Г. Павлокевич, Н.В. Мазура // Наука и технология строительных материалов: состояние и перспективы их развития: материалы Международной научно-технической конференции, Минск, 27–28 мая 2009 г. / БГТУ, – Минск, 2009. – С. 65–68.