

14.СП 28.13330.2017 Защита строительных конструкций от коррозии:- Введен с 08.05.2017.

15.Технические указания по технологии изготовления и защите бетонных и железобетонных конструкций морских гидротехнических сооружений в суровых климатических условиях. ВСН 118-65. Минтрансстрой. М., 1965.

16.Шейкин А.Е., Добшиц Л.М. Цементные бетоны высокой морозостойкости. Л., 1989.

17.Шестоперов С.В. Долговечность бетона транспортных сооружений. М., изд-во Транспорт, 1976.

УДК 666.311

ФОСФОГИПСОВЫЕ СТЕНОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ С УЛУЧШЕННЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ МОРОЗОСТОЙКОСТИ

ПОВИДАЙКО В. Г.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Применение гипсовых и фосфогипсовых материалов для наружных работ ограничено из-за низких показателей водостойкости и морозостойкости. Возможность повышения водостойкости гипсовых материалов изучалась А. В. Волженским и А.В. Ферронской [1]. Ими были разработаны и внедрены в производство смешанные вяжущие вещества: гипсоцементно-пуццолановые (ГЦПВ) и гипсошлакоцементно-пуццолановые (ГШЦПВ). Эти материалы сочетают положительные свойства гипсовых вяжущих материалов и портландцемента. Они быстро схватываются и твердеют, что позволяет исключить из технологического процесса энергоемкие и дорогостоящие процессы тепловой обработки, а благодаря использованию цемента повышается водостойкость смешанных материалов. Однако при смешивании в определенных пропорциях гипсового вяжущего и портландцемента образуется высокосульфатная форма гидросульфаломината кальция (этtringита), вследствие чего с течением времени происходит разрушение материала. А.В. Волженский и А.В. Ферронская предложили дополнительно вводить в

смесь пуццолановые добавки (гидравлические), содержащие активный кремнезем (трепел, опоки, диатомит). В результате чего образуется предположительно более устойчивая низкосульфатная форма гидросульфатоалюмината кальция. Такой материал переходит в стабильное состояние и с течением времени не происходит его саморазрушение. Гипсоцементно-пуццолановые вяжущие вещества применяются для изготовления санитарно-технических кабин, вентиляционных блоков, стеновых блоков для малоэтажного строительства.

Ранее в НИИЛ БиСМ БНТУ были проведены исследования и разработаны фосфогипсовые композиции, содержащие портландцемент, пуццолановые добавки, измельченный шлак. В качестве пуццолановой добавки использовали трепел Брянского карьера, обладающий достаточно высокой активностью. Были получены положительные результаты. Тем не менее, из-за высоких транспортных затрат и трудностей в поставках использование этого материала является малоперспективным.

Использование фосфогипсовых отходов в качестве вторичного сырья для производства гипсовых строительных материалов сдерживается, поскольку в них содержатся вредные примеси (остатки ортофосфорной кислоты и соединений фтора), которые существенно ухудшают вяжущие свойства фосфогипса по сравнению с природным гипсовым сырьем и не отвечают требованиям санитарно-технических норм. В этой связи при использовании фосфогипсовых отходов возникает необходимость в предварительной отмывке и нейтрализации вредных примесей. Для этого требуется дополнительное оборудование (резервуары, вакуум-фильтры, гидронасосы и др.), что приводит к возрастанию себестоимости и значительному удорожанию готовой продукции. При этом обостряется проблема очистки сточных вод, образующихся после отмывки фосфогипса. Все это в итоге приводит к снижению конкурентной способности фосфогипсовых материалов по сравнению с гипсовыми материалами из природного сырья. Известно, что степень использования фосфогипсовых отходов в производстве строительных материалов во всем мире остается низкой (в США около 2 %, в Германии - 17 %). Исключением является Япония, не располагающая запасами природного гипсового сырья и полностью заменяющая их фосфогипсовыми отходами.

Для получения фосфогипсовых строительных материалов способных конкурировать с аналогичной продукцией из природного гипсового сырья возникает необходимость разработки энергосберегающих технологий их производства с минимальными затратами на тепловые процессы, с эффективными и недорогими методами нейтрализации.

Проведены исследования по разработке композиций и технологии изготовления фосфогипсовых стеновых материалов с активными добавками. В качестве исходного сырья использовали фосфогипс-дигидрат Гомельского химического завода. В опытах использовали также портландцемент ПЦ500 Д0 ОАО «Белорусский цементный завод» г. Костюковичи и активные добавки органического и неорганического происхождения. Опробованы различные виды нейтрализующих добавок. Исследования показали, что гашеная известь является эффективной нейтрализующей добавкой, способной связывать остатки ортофосфорной кислоты и соединений фтора в труднорастворимые соединения. Однако при определенной концентрации свободного оксида кальция возникает опасность образования эттрингита, вследствие чего известь следует применять с осторожностью. Опробованы также другие виды эффективных нейтрализующих добавок. Для более глубокой нейтрализации и получения однородных твердеющих композиций применяли метод механохимической активации в дисковых или цилиндрических истирающих устройствах. Механоактивация позволила при минимальной дозировке активирующих добавок получить максимальный эффект их действия в фосфогипсовых композициях и улучшить физико-механические характеристики образцов. Технологический процесс изготовления фосфогипсовых стеновых материалов включает дозирование исходных компонентов, предварительную нейтрализацию фосфогипса, введение портландцемента и активирующих добавок, механоактивацию и формование изделий вибрационным способом и способом фильтрационного прессования. Активные добавки образуют в фосфогипсовых композициях труднорастворимые соединения, улучшающие физико-механические свойства и повышающие морозостойкость изделий.

Образцы на основе фосфогипса-дигидрата, изготовленные методом вибрационного формования, имеют предел прочности при сжатии 2-4 МПа, среднюю плотность – 1200-1300 кг/м³, морозостой-

кость – более 35 циклов попеременного замораживания-оттаивания. При изготовлении образцов способом фильтрационного прессования, предел прочности при сжатии составляет 9-10 МПа, средняя плотность – 1650-1700 кг/м³, морозостойкость – более 35 циклов.

На Гомельском химическом заводе производят ортофосфорную кислоту как в дигидратном, так и в полугидратном режиме экстракции с образованием в качестве попутного продукта фосфогипс-полугидрата. Возможности получения стеновых материалов на основе фосфогипс-полугидрата расширяются, так как он обладает вяжущими свойствами в отличие от фосфогипс-дигидрата. Однако вяжущие свойства фосфогипс-полугидрата нестабильные, он имеет длительные сроки схватывания и низкие прочностные показатели. Обусловлено это тем, что фосфогипс-полугидрат образуется в процессе экстракции ортофосфорной кислоты путем разложения апатитового концентрата серной кислотой с образованием продукционной ортофосфорной кислоты из которой в последующем, изготавливают фосфорные минеральные удобрения. При длительном воздействии ортофосфорной кислоты в экстракторе на фосфогипс-полугидрат образуется «пассивированный» полугидрат сульфата кальция альфа-модификации со слабовыраженными вяжущими свойствами. При этом существенное влияние на вяжущие свойства фосфогипс-полугидрата оказывает содержание кристаллизационной влаги. Целесообразно использовать свежесформованный фосфогипс-полугидрат, содержащий 6,2-7,2 % кристаллизационной влаги, который имеет минимальную степень гидратации и наиболее высокую активность. При использовании фосфогипс-полугидрата в качестве исходного сырья для производства стеновых материалов возникает необходимость в поиске эффективных нейтрализующих добавок и активации его вяжущих свойств. Проведенные исследования показали возможность получения твердеющих композиций без добавки портландцемента, что позволяет существенно снизить себестоимость изделий. Процесс производства стеновых изделий на основе фосфогипс-полугидрата включает предварительную нейтрализацию, введение активирующих добавок, механоактивацию и формование изделий, как вибрационным способом, так и фильтрационным прессованием. Образцы, изготовленные способом вибрационного формования, имеют предел прочности при сжатии 9,0-9,5 МПа, среднюю плотность – 1500-1600 кг/м³, коэффициент

размягчения 0,6-0,7. При изготовлении образцов способом фильтрационного прессования предел прочности составляет 12,5-15,0 МПа, средняя плотность – 1700-1850 кг/м³. На основе разработанных композиций и технологии рекомендуется изготавливать стеновые камни и кирпич преимущественно для малоэтажного строительства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества: Учеб. Для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. - 464 с., ил.

УДК 691.327:53

ОБ ЭФФЕКТИВНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КРУПНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ В ТЕХНОЛОГИИ БЕТОНА

ПОЛЕЙКО Н. Л., ЛЕОНОВИЧ С. Н.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

В данной работе приводятся результаты исследований влияния различных видов крупного заполнителя в бетонах класса до С12/15 щебень из гравия и гравий при изготовлении железобетонных конструкций. Отказ предприятиями-производителями строительной индустрии от применения в качестве крупного заполнителя в бетонной смеси щебня из гравия является неоправданным и экономически нецелесообразным. В результате проведенных сравнительных исследований установлено, что применение гравия в качестве крупного заполнителя в бетонах оправдано в низкомарочных, с прочностью на сжатие до класса С12/15, где не предъявляются требования по морозостойкости и водонепроницаемости. Допустимо использование гравия в бетонах классов С18/22,5 ÷ С20/25 с требованиями к бетону марок F100 и W4.

Экспериментальные исследования. Анализ результатов

Ранее действовавшие нормативно-технические документы рекомендовали применять в качестве крупного заполнителя для бетонов классов до С12/15 щебень из гравия и гравий, особенно в жилищном строительстве.