

УДК 691.311:691.54
ГРНТИ61.35.33
ВАК 2.1.5

Малознергоемкий способ получения водостойкого гипсового вяжущего из фосфогипса

Дмитрий Михайлович Кузьменков¹, Наталья Михайловна Шалухо²

*Белорусский государственный технологический университет,
Минск, Республика Беларусь*

¹310_chtvm@mail.ru, ²shalukho@belstu.by

Техногенный отход фосфогипс содержит значительное количество гипса (сульфата кальция) и может быть использован в качестве вяжущего материала после соответствующей обработки. Взаимодействие концентрированной серной кислоты с механической влагой фосфогипса является экзотермическим процессом, вследствие чего температура реакционной среды повышается до 65–70°C. Значение температуры реакционной массы зависит от количества подаваемой серной кислоты, что в свою очередь обеспечивает полное или частичное удаление механической влаги путем ее испарения, а также частичное связывание кристаллизационной воды в гидраты серной кислоты. Серная кислота, отработав в качестве водоотнимающего средства, т.е. потратив эксергию, заключенную в ней, остается в свободном виде в реакционной смеси. Для последующей нейтрализации оставшейся H_2SO_4 использовался нейтрализующий агент, в качестве которого служили мел или молотый известняк. Взаимодействие нейтрализующего агента с кислотой также является экзотермическим процессом. Температура в реакторе при этом повышается до 100 °C, что обеспечивало удаление не только остаточной адсорбированной влаги, но и частичное удаление кристаллизационной воды из $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ с образованием $\beta-CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$ и растворимого $CaSO_4$ (AII). Окончание времени протекания процесса нейтрализации кислоты зависит от интенсивности перемешивания и контролировалось по pH реакционной среды. Присутствие в составе гипсового вяжущего двух компонентов в виде строительного гипса и ангидрита придает новому виду вяжущего поэтапный набор прочности, что выгодно отличает его от применяемой в настоящее время цементно-песчаной связки.

Для осуществления синтеза полиминерального гипсового вяжущего (ПГВ) была разработана лабораторная установка, в которой осуществлялось регулирование температуры синтеза, частоты вращения перемешивающего устройства, контроль и поддержание заданной температуры [1].

Методами рентгенофазового и дифференциально-термического анализов образцов полиминерального гипсового вяжущего с различным соотношением исходных компонентов фосфогипса, серной кислоты и карбоната кальция был установлен вещественный состав. Установлено, что полиминеральное гипсовое вяжущее состоит из полуводного сульфата кальция (28 – 37 % $\beta-CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$) и растворимого ангидрита (26 – 36 % AII- $CaSO_4$).

Как известно, все виды гипсовых вяжущих (строительный гипс, высокопрочные гипс, полиминеральное гипсовое вяжущее) предназначены для эксплуатации в условиях, исключающих воздействие агрессивных сред. Наиболее уязвимым местом у гипсовых вяжущих является недостаточно высокая стойкость против нуклеофильной

атаки, т.е. воздействию влажной среды. Это обусловлено гораздо меньшей плотностью структуры образующегося дигидрата сульфата кальция в процессе твердения. Именно из-за неплотной структуры образующегося синтетического дигидрата сульфата кальция по сравнению с природным гипсовым камнем такая пористая структура и является причиной низкой водостойкости. В результате исследований было установлено влияние вещественного состава – строительного гипса и ангидрита на важнейшее свойство полиминерального гипсового вяжущего – водостойкость. С увеличением доли ангидритовой составляющей в ПГВ водостойкость гипсового камня повышается.

Одновременно производился выбор релаксированных полимерных добавок (РПП), оказывающих наиболее эффективное действие на водостойкость полиминерального гипсового вяжущего [2]. Релаксированные полимерные добавки (РПП) становятся все более популярными в строительной отрасли благодаря своей способности улучшать эксплуатационные характеристики различных вяжущих материалов, включая гипсовые. Эти добавки представляют собой полимерные порошки, которые при смешивании с водой образуют дисперсии, способствующие улучшению адгезии и эластичности гипсовых смесей. В частности, применение РПП позволяет значительно повысить водостойкость гипсовых вяжущих, что делает их более подходящими для использования в условиях повышенной влажности и прямого контакта с водой.

Одним из основных механизмов действия релаксированных полимерных добавок является снижение пористости гипсовых смесей. Полимеры заполняют микропоры и трещины в структуре гипса, что уменьшает проницаемость для воды и предотвращает ее накопление внутри материала. Это особенно важно для строительных изделий, которые могут подвергаться воздействию влаги, таких как штукатурки, плиточные клеи и другие отделочные материалы. Кроме того, РПП улучшают механические свойства гипсовых вяжущих, что способствует повышению их устойчивости к разрушению под воздействием влаги. Благодаря повышенной водостойкости и устойчивости к циклам замораживания и оттаивания, такие материалы могут сохранять свои эксплуатационные характеристики на протяжении длительного времени.

Список источников:

1. Сакович, А.А. Получение из доломита и серной кислоты синтетического гипса и перекристаллизация его в α -CaSO₄ · 0,5H₂O в растворе сульфата магния / А.А. Сакович, Д.М. Кузьменков // Строительные материалы. – 2014. – № 8. – С. 80 – 83.
2. Модифицирование полиминерального гипсового вяжущего / Кузьменков Д.М., Домненкова А.В., Шалухо Н.М., Кузьменков М.И. // Сборник трудов международной научно-практической конференции «Инженерно-техническое образование и наука», Новороссийск, 22 – 26 апреля 2024 г. –Новороссийск: Изд-во НФ БГТУ им. В. Г. Шухова. – С. 77.