

Н. С. СТУПЕНЬ

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

ЗАВИСИМОСТЬ ДЕКОРАТИВНЫХ СВОЙСТВ МАГНЕЗИАЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАТВОРИТЕЛЯ

В настоящее время одним из основных направлений развития строительной индустрии является производство строительных материалов, используемых для реставрации архитектурно-градостроительного наследия. Мир строительных материалов, используемых в реставрации указанного наследия, многогранен. Заметное положение в этом отношении занимают традиционные материалы, такие как натуральный камень (природный материал), кирпич и керамические изделия, древесина, гипс и др. Несмотря на внушительную номенклатуру изделий, каменные и керамические материалы имеют богатую многовековую традицию, являются одними из востребованных в сфере реставрации и поэтому отдельно стоит акцентировать внимание на них.

При использовании материалов в реставрации архитектурно-градостроительного наследия необходимо учитывать их основные преимущества и недостатки, в особенности архитектурно-художественные качества и отличительные черты от других материалов, имеющих одинаковые, характерные только для них, основные признаки. Закономерно, что предпочтение отдается тем материалам, которые как можно больше отражают подлинность первоначального материала в реставрируемых объектах. Вместе с тем игнорирование или недооценка учета эстетических и технических характеристик используемых материалов может привести к негативным результатам проведенной реставрации и оказать отрицательное влияние на несущую способность и функциональную пригодность конструкций объекта.

Перспективным направлением в строительстве является производство композитов. Композиционный материал – это материал, созданный главным образом искусственно, который состоит из нескольких компонентов остающихся раздельными на макроскопическом уровне в конечной структуре с хорошо наблюдаемой границей между ними [1]. Механические свойства композиционного материала определяются соотношениями свойств армирующего вещества и матрицы. Объединяя материалы с разными свойствами, можно получить другой материал, синергетически включающий в себя сразу несколько качеств, который превосходит свои компоненты по различным свойствам.

В настоящее время именно композиты широко применяются для производства реставрационных материалов. Особый интерес представляют композиты на основе магнезиального цемента из каустического магнезита или каустического доломита (цемент Сореля). В отличие от традиционных цементов, твердеющих за счет гидратационных процессов при взаимодействии с водой исходных дисперсных веществ с последующим образованием кристаллогидратов, в цементе Сореля происходят интенсивные межфазовые взаимодействия в системах $MgO - MgCl_2 (MgSO_4) - H_2O$ с образованием спутанно-волокнутой полимероподобной структуры, состоящей из гидроксхлоридов магния [1]. Цемент Сореля превосходит портландцемент по ряду свойств: он образует

более эластичные материалы с повышенной прочностью при изгибе и растяжении (при равной прочности на сжатие), более высокую износостойкость, устойчивость к действию нефтепродуктов и органических растворителей, солей, щелочей; материалы не требуют влажного хранения при отверждении. Характерной особенностью магнезиального цемента является совместимость его не только с неорганическими, но и со многими органическими веществами, что позволяет использовать широкий ассортимент наполнителей и модифицирующих добавок при создании новых материалов.

Однако существенным недостатком изделий на магнезиальном цементе, значительно ограничивающим область их применения в строительстве, является недостаточная долговечность, а конкретно водостойкость, проявляющаяся в значительном снижении прочности при увлажнении.

Проблема повышения водостойкости материалов и изделий на основе магнезиальных цементов на протяжении многих лет находится в центре внимания отечественных и зарубежных исследователей [1–4]. Достаточно изученным является возможность изменения свойств каустического магнезита, напрямую зависящих не только от его генезиса, но и от температуры и длительности обжига [2]. Магнезиальные цементы чувствительны к типу затворителя. Помимо растворов хлорида и сульфата магния изучены возможности использования состава, содержащего 10 % концентрированной фосфорной кислоты, дигидрофосфата аммония, железного купороса. Простым и эффективным способом защиты изделий на основе магнезиальных цементов от увлажнений является гидрофобизация их поверхности. На наш взгляд, наиболее эффективным способом повышения водостойкости магнезиальных цементов является направленное структурообразование магнезиального камня при введении активных добавок [5, 6]. Многочисленные исследования посвящены изучению влияния фосфатных и сульфатных добавок, тонкомолотой обожжённой глины, аморфного кремнезема. Такие добавки позволяют улучшить физико-механические свойства изделий, но наличие труднорастворимых соединений среди продуктов твердения не в полной мере устраняет причину низкой водостойкости и не предотвращает образование высолов на поверхности изделий из магнезиального цемента.

Особое значение при формировании необходимой структуры магнезиального камня и свойств получаемых изделий приобретает выбор того или иного вида затворителя. Отличительной особенностью магнезиального вяжущего от портландцемента является то, что при его затворении водой прочного продукта твердения не получается. Использование в качестве затворителя водного раствора хлорида магния или других солей, таких как сульфата магния, сульфата железа, нитратов магния и кальция, хлорида цинка и других, позволяет получать прочный магнезиальный камень. Из представленных солей практическое применение нашли хлорид магния, сульфат магния и сульфат железа. При этом свойства магнезиального камня, получаемого на каждом из указанных затворителей, различны.

Целью исследований является определение оптимальной концентрации затворителя бишофита для магнезиальных композитов с гидравлическими добавками микрокремнезема и горелой породы.

В экспериментальных исследованиях использовали магнезиальное вяжущее с содержанием 75,8 % оксида магния. В качестве пуццолановых добавок в магнезиальный цемент использовали микрокремнезем и тонкомолотую горелую

породу. Для оценки влияния микрокремнезема и горелой породы на прочность и водостойкость магнезиального цемента приготавливали композиционные вяжущие с содержанием добавок до 25 % по массе. В качестве затворителя использовали раствор природного бишофита, соответствующий ГОСТу 7759-73. Контрольные образцы твердели в воздушно-сухих условиях. Продолжительность твердения образцов, отформованных магнезиального цемента составляла 28 суток. Химический, минералогический и фазовый составы сырьевых компонентов, а также продуктов твердения полученных композитов исследовали с привлечением методов физико-химического анализа.

Физико-механические испытания показали, что прочность магнезиальных вяжущих зависит как от водо-твердого отношения, так и от концентрации затворителя. Судя по суточным образцам, по мере повышения В/Т с 0,4 до 0,45-0,5 прочность образцов повышается. При дальнейшем увеличении В/Т происходит резкое снижение прочности, причем степень снижения тем больше, чем выше плотность раствора-затворителя. Для образцов в возрасте 3–28 суток прочность очень сильно зависит от плотности затворителя, причем для образцов затворенных растворами с плотностью в пределах 1,14–1,22 г/см³ наблюдались снижения прочности после 7 суток (для $\rho = 1,14$ г/см³) и после 3 суток для ($\rho = 1,18$ и 1,22 г/см³). Для образцов, затворенных концентрированными растворами ($\rho = 1,26$ и 1,3 г/см³) наблюдается периодичность в падении и росте прочности образцов. Это объясняется тем, что при затворении концентрированными растворами образуются кристаллогидраты гидроксосолей магния составов $5\text{MgO} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 15\text{H}_2\text{O}$ и $3\text{MgO} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 11\text{H}_2\text{O}$, которые теряют воду и перекристаллизуются в стабильные с образованием оксосолей из гидроксосолей, и, следовательно, большим колебаниям спада и набора прочности.

Снижение содержания жидкости в формовочной смеси ухудшает удобоукладываемость литых и виброуплотняемых смесей. Поэтому предлагаем применение более интенсивных способов их уплотнения, например, прессования. Установлено, что прессованные композиты на основе модифицированного микрокремнеземом и горелой породой магнезиального цемента, обладают повышенной водостойкостью с концентрацией бишофита в пределах 30–35 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вайвад, А. Я. Магнезиальные вяжущие вещества / А. Я. Вайвад. – Рига : Зинатне, 1991. – 331 с.
2. Бердов, Г. И. Межфазное взаимодействие и механическая прочность композиционных вяжущих материалов. Часть 1. Магнезиальные вяжущие вещества / Г. И. Бердов и [др.] // Техника и технология силикатов. – 2014. – Т. 21, № 3. – С. 8–14.
3. Chen H. Preparation and Performance of Magnesia Cement Plate Modified by Some Modifiers // International Conference on Agricultural and Natural Resources Engineering Advances in Biomedical Engineering. 2011, Vol. 3–5, pp. 261–265.
4. Прокофьева, В. В. Декоративно-технические свойства строительных материалов на основе магнезиального сырья / В. В. Прокофьева // Вестник гражданских инженеров. – 2012. – № 2. – С. 169–173.
5. Каклюгин, А. В. Зависимость водостойкости прессованных материалов на основе воздушных вяжущих веществ от величины открытой пористости / А. В. Каклюгин [и др.] // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2020. – 10(1). – с. 68–75.
6. Kaklyugin A., Stupen N., Kastornykh L., Kovalenko V. Pressed Composites Based on Gypsum and Magnesia Binders Modified with Secondary Resources // Materials Science Forum. 2020. Vol. 1011. pp. 52-58. DOI: 10.4038/www.scientific.net/MSF.1011.52.