

**ПОВЫШЕНИЕ ВОДОСТОЙКОСТИ МАГНЕЗИАЛЬНОГО  
ЦЕМЕНТА***Белорусский государственный технологический университет, Минск*

В Республике Беларусь имеется крупное месторождение доломита, расположенное в Витебской обл., поэтому разработка и внедрение технологии получения вяжущего на основе достаточно недорогого сырья (доломит) является актуальной задачей, так как позволит получать высокоэффективные цементы для народного хозяйства Республики Беларусь. Однако магнезиальный цемент обладает низкой водостойкостью, что сужает области его применения. Недостаточно высокий коэффициент водостойкости обусловлен наличием в составе цементного камня гидроксохлоридов (сульфатов) магния разной основности (в зависимости от вида затворителя), которые обладают недостаточно хорошей водостойкостью.

Анализ литературных данных показывает, что задача повышения водостойкости магнезиального цемента в настоящее время решается следующими путями:

- образованием водонерастворимых комплексов;
- защитой фаз затвердевшего камня пленкой органических соединений;
- введением активных природных силикатов.

В первом случае водостойкость в основном обеспечивается за счет введения водорастворимых фосфатов щелочных и щелочноземельных металлов. Механизм действия добавок заключается в том, что продукты гидролиза фосфатов, взаимодействуя с гидроксидом магния, образуют водонерастворимые комплексы. Так как этот процесс протекает достаточно медленно, возникающие новообразования не будут разрушать структуру цементного камня [1, 2].

Применение органических добавок (меламиновая смола, лимонная кислота и ее соли, карбамидные смолы, поливинилацетат и т. д.), которые являются также пластификаторами, повышает не только водостойкость, но и дает возможность вводить большее количество наполнителей при минимальном расходе жидкости затворения.

В последние годы перспективным направлением является разработка смешанных магнезиальных вяжущих при введении в их состав природных силикатов или шламов и шлаков, содержащих активный кремнезем [3, 4].

Кардинальным решением этой проблемы может быть использование других затворителей, в частности водного раствора бикарбоната магния  $Mg(HCO_3)_2$ . По данным [5] в результате последовательного и циклического протекания реакций гидратации в цементном камне образуются две основные кристаллические фазы –  $Mg(OH)_2$  и  $MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 3H_2O$ , которые взаимодействуют между собой с образованием нерастворимого вторичного бикарбоната магния. При этом удается повысить коэффициент водостойкости

до 1,1–1,4. Однако одним из недостатков предложенного решения является отсутствие промышленного производства бикарбоната магния и недостаточно высокая прочность на сжатие (около 55 МПа). Поэтому на данном этапе решить проблему низкой водостойкости цементного камня и связанной с ней низкой морозостойкости позволяет введение различных добавок.

С целью повышения коэффициента водостойкости цементного камня были апробированы наиболее распространенные и доступные добавки, оптимальное содержание которых определялось экспериментально. Причем, выбор добавок осуществлялся в первую очередь с точки зрения максимального использования местного сырья, побочных продуктов, а также отходов производств.

Наибольшее распространение в качестве добавок, увеличивающих водостойкость магнезиального цемента, получили железо-, кремнеземсодержащие и карбонатные.

Для проведения исследований использовали каустический доломит, полученный обжигом природного доломита в электрической муфельной печи при температуре  $830 \pm 10^{\circ}\text{C}$ . В качестве затворителя использовали раствор сульфата магния плотностью  $1280 \pm 20 \text{ кг/м}^3$ . Для проведения испытаний изготавливались образцы–кубики с размером ребра 2 см, которые выдерживали в формах в течение 24 ч, после чего проводили распалубку. Через 7 сут твердения часть образцов погружалась в воду, а остальные твердели в воздушно-сухих условиях для дальнейшего набора прочности. Прочность на сжатие определяли в 14-суточном возрасте.

На первом этапе работы было исследовано влияние железосодержащих добавок, таких как пиритные огарки, железная окалина, пыль газоочистки сталеплавильной печи, железистый кек на водостойкость цементного камня. Добавки вводили в количестве 0,5–15% от массы вяжущего. Наилучшие результаты получены при введении пиритных огарков в количестве 15% при этом коэффициент водостойкости увеличивается с 0,46 до 0,7. Установлено, что введение добавки на 19% повышает прочность на сжатие в воздушно–сухих условиях по сравнению с контрольным образцом (без добавок). Рентгенофазовый анализ цементного камня, модифицированного железосодержащими добавками, показал наличие в его составе новообразований, таких как лепидокринит ( $\text{FeO}(\text{OH})$ ) и оксигидроферрит магния ( $\text{Mg}_7\text{Fe}_4\text{O}_{13} \times 10\text{H}_2\text{O}$ ), обладающих меньшей растворимостью в воде по сравнению с гидроксохлоридами (сульфатами) магния, что согласуется с литературными данными [6].

Имеются многочисленные исследования по введению в качестве модифицирующих добавок природных силикатов [3, 4]. Водостойкость цементного камня, полученного на основе смешанных магнезиальных вяжущих с введением в систему  $\text{MgO} - \text{MgCl}_2 - \text{H}_2\text{O}$  тонкоизмельченных природных силикатов, обусловлена высокой исходной водостойкостью магнийсодержащих силикатов, образованием гетероцепных полимеров и уплотнением

поверхностного слоя силикатной матрицы при заполнении развитых поверхностных пор продуктами гидратации магнезиального цемента.

В работе качестве кремнеземсодержащих добавок использовали кварцевый песок, бой керамического кирпича, гранитный отсев, отсев строительного песка. Наилучшие результаты получены при введении 2% кварцевого песка и 3% боя керамического кирпича, при этом водостойкость увеличивается незначительно (до 0,66). Данные рентгенофазового анализа цементного камня, модифицированного кремнеземсодержащими добавками, показали наличие в его составе таких соединений как мервинит  $MgCa_3[SiO_4]$  и монтичелит  $MgCa[SiO_4]$ , которые и обеспечивают более высокую водостойкость.

Изучение влияния карбонатных добавок (термообработанный при 200 °С природный доломит, доломитовая мука, шлак ПРУП «Белорусский металлургический завод») на водостойкость цементного камня показало, что введение термообработанного доломита в количестве 5% приводит к увеличению водостойкости до 0,76, добавка доломитовой муки в количестве 4% повышает водостойкость магнезиального цемента до 0,78. Увеличение количества добавки приводит к снижению водостойкости и прочности на сжатие в воздушно-сухих условиях до 31 МПа. Использование шлака в количестве 5% повышает водостойкость до 0,82 при сохранении прочности на сжатие в воздушно-сухих условиях на уровне магнезиального цемента без добавки.

В результате выполненных исследований установлена возможность повышения водостойкости магнезиального цемента за счет введения железосодержащих добавок на 30–50 %, кремнеземсодержащих добавок – 20–30%, карбонатных добавок – 69–75%, что позволит расширить области его применения в промышленности строительных материалов.

#### *Литературные источники*

1 Крамар, Л.Я. Магнезиальное вяжущее для строительства – перспективы и использование / Л.Я. Крамар // XI Международ. совещание по химии и технологии цемента: сб. докладов. – Москва, 2009. – С. 121–129.

2 Cellular inorganic resin cements, and process and compositions for forming them: пат. 4141744 США, МПК2 С 04 В 9/00, С 04 В 9/02 / William L, Prior; Newark, Ohio; Richards Lindstrom [and others]; заявитель Little Inca. – № 857,310; заявл. 05.12.77; опубл. 27.02.79. – 17 с.

3 Зырянова, В.Н. Водостойкие композиционные магнезиальные вяжущие вещества с использованием природного и техногенного сырья / В.Н. Зырянова, Г.И. Бердов, В.И. Верещагин // XI Международ. совещание по химии и технологии цемента: сб. докладов. – Москва, 2009. – С. 97–100.

4 Верещагин, В.И. Поиск и оценка физико–химических критериев, определяющих создание водостойких композиций цемента Сореля с силикатными компонентами / В.И. Верещагин, В.Н. Смирнская, С.В. Филина // Изв. вузов. Строительство. – 2004. – №11. – С. 70–75.

5 Лотов, В.А. Гидравлическое вяжущее на основе магнезиального цемента / В.А. Лотов // XI Международ. совещание по химии и технологии цемента: сб. докладов. – Москва, 2009. – С. 135–137.

6 Зимич, В.В. Снижение гигроскопичности и повышение водостойкости хлормagneзиального камня путем введения трехвалентного железа / В.В. Зимич, Л.Я. Крамар, Б.Я. Трофимов [и др.] // Строительные материалы. – 2009. – № 5. – С. 58–61.

*O.V. Belanovich, E.V. Marchik*

**INCREASE THE WATER RESISTANCE OF MAGNESIA CEMENT**

*Belarusian State Technological University, Minsk*

**Summary**

The relevance, scientific and practical significance of the selected research areas shown in the work. The experimental results on the development comprised of waterproof magnesia cement are presents. It is shown, that due to the introduction of mineral supplements may increase the water resistance of magnesia cement to 50-75%, that will allow to expand the field of its application.