

БЕЛОРУССКАЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ КОЛЬМАТИРУЮЩАЯ ДОБАВКА ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ И ОБЪЕМНОЙ ОБРАБОТКИ СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Кузьменков М.И., д-р техн. наук, профессор, **Кузьменков Д.М.**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр. (БГТУ), **Велюго Ю.В.**, директор, ЧПУП «Белхимос»

Аннотация. Изложены результаты исследований по получению модифицированного кольматирующего состава «Сифтор» и его влияния на свойства бетона. Установлено, что поверхностная пропитка (флюатирование) повышает эксплуатационные свойства бетона. Показано, что эффективность разработанного состава флюата не уступает широко применяемому во многих странах «Burke-O-Lith» американской фирмы «Burke». Успешные опытно-промышленные испытания положены в основу промышленного производства кольматирующей добавки под коммерческим названием «Сифтор» на ЧПУП «Белхимос» (г. Лепель, Беларусь, www.belhimos.by).

В настоящее время бесспорным фактом является утвердившееся мнение, что цементный бетон без его химизации долговременно служить, особенно в городских условиях, не может. Широко известны мероприятия, направленные на снижение агрессивного воздействия на бетон, которые позволяют добиваться частичного решения означенной проблемы. К их числу относится применение специальных цементов с нормированным минералогическим составом, введение при помоле в состав цемента минеральных добавок вулканического или осадочного происхождения, содержащих активный кремнезем, повышение тонкости помола цемента, хорошее уплотнение бетонной смеси и др. Поскольку указанные меры не всегда приводят к желаемому результату, то возникла необходимость применения мер вторичной защиты, суть которых состоит в поверхностной или объемной обработке бетона различными составами, изменяющими физико-химические и физико-механические свойства цементного камня и бетона [1, 2].

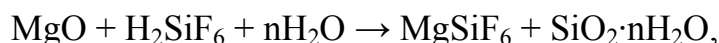
Наиболее эффективным средством является флюатирование, включающее введение в состав бетонной смеси гексафторсилката магния (объемное флюатирование) или обработка им бетонной поверхности (поверхностное флюатирование) [3]. Это направление успешно претворяет в жизнь американская фирма «Burke», используя для этого флюат под фирменным названием «Burke-O-Lith» по всему миру, в том числе и в СНГ. Высокая эффективность применения такого состава явилась побудительной мотивацией для создания альтернативного отечественного продукта для аналогичных целей.

На первом этапе работ по получению такой химической добавки комплексного действия в качестве исходных материалов использовали гексафторкремниевую кислоту, образующуюся на гомельском химическом заводе в качестве побочного продукта при упаривании (концентрировании) экстрак-

ционной фосфорной кислоты и каустический магнезит ПМК-75 комбината «Магнезит» (г. Сатка, Челябинская обл.) [4].

Разработанный состав на основе гексафторсиликата магния прошел тестирование в испытательном центре Республиканского унитарного предприятия «БелдорНИИ» (г. Минск) и в научно-исследовательском, проектно-конструкторском и технологическом институте «НИИЖБ» (г. Москва), которое показало высокую эффективность, не уступающую пропиточному составу – аналогу «Burke-O-Lith».

Указанный кольматирующий состав в качестве заказного продукта выпускался на ОАО «Гомельский химический завод» до 2014 г. Однако, в связи с дефицитом сырья (гексафторкремниевой кислоты) его производство прекращено. Кроме того, выяснилось, что водный раствор гексафторсиликата магния оказался гидролитически не стабильным, вследствие чего происходило образование и последующее выпадение осадка кремнегеля, что негативно сказывалось на его эксплуатационных свойствах. Причиной этих негативных фактов явилась низкая концентрация применявшейся H_2SiF_6 (12-14%) и малая активность MgO , входящего в состав ПМК-75, а также наличие в нем различных минеральных примесей (до 25%), что обуславливало медленное протекание реакции:

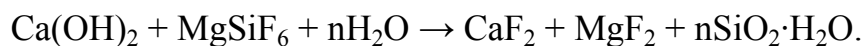


в ходе которой создавались условия для образования значительного количества кремнегеля.

Поэтому на втором этапе были использованы другие исходные реагенты, а именно природный брусит, содержащий 97,5% $\text{Mg}(\text{OH})_2$ и более концентрированная гексафторкремниевая кислота. Высокая реакционная способность $\text{Mg}(\text{OH})_2$ по сравнению с гораздо менее активным каустическим магнезитом позволяет получать более концентрированный целевой продукт, что снижает издержки по его доставке потребителям.

Было установлено, что с повышением концентрации H_2SiF_6 с 5 до 20 мас.% масса образующегося осадка $\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ уменьшалась примерно в 4 раза. Практически полное предотвращение выпадения осадка кремнегеля достигалось за счет введения в водный раствор флюата специальной добавки. Это способствовало лучшему проникновению кольматирующего состава в образцы цементного камня, что отразилось на увеличении их массы вследствие протекания реакции с имеющимся в порах гидроксидом кальция с образованием нерастворимых CaF_2 и MgF_2 , которые кольматируют поры.

Доказательством этого являются данные рентгенофазового анализа непропитанного образца и пропитанного разработанным флюатом. Если на рентгенограмме непропитанного образца регистрируются рефлексы, принадлежащие $\text{Ca}(\text{OH})_2$, то у обработанных образцов они не обнаруживаются, но зато появляются новые рефлексы, характерные для CaF_2 и MgF_2 , образовавшиеся вследствие взаимодействия:



Кроме того, кольматация порового пространства в образцах приводит к снижению капиллярного водонасыщения примерно в 2 раза. Указанное явление в свою очередь способствует повышению морозостойкости с F300 до F400.

Для объемного флюатирования бетона введение $MgSiF_6$ в замес недостаточно, поскольку в этом случае наблюдается снижение прочностных свойств образцов. С целью ликвидации такого негативного явления предложено одновременно вводить в замес наряду с $MgSiF_6$ ускоритель твердения, в качестве которого хорошие результаты показал K_2CO_3 . Это наглядно вытекает из данных, приведенных в таблице.

Таблица – Зависимость свойств бетона от вида добавок

№	Содержание химических добавок, % от массы цемента	Прочность на сжатие, МПа		Морозостойкость, циклы
		14 сут	28 сут	
1	Контрольный (без добавки)	26,2	37,4	300
2	0,1% $MgSiF_6$	27,2	42,4	400
3	0,1% $MgSiF_6$ + 0,5% K_2CO_3	31,8	47,6	500

Таким образом, введение 0,1% $MgSiF_6$ и 0,5% K_2CO_3 от массы цемента и позволяет увеличить морозостойкость бетона с F300 до F500 при одновременном увеличении прочности на сжатие на 20-25%.

Выводы. Установлено, что наиболее перспективным сырьем для производства $MgSiF_6$ является брусит, являющийся более реакционно-способным по сравнению с каустическим магнезитом. Производство модифицированного пропиточного состава организовано на ЧПУП «Белхимос» под коммерческим названием «Сифтор».

Литература. 1. Гусев Б.В. Цементы и бетона – тенденции развития / Б.В. Гусев, С. Ин Иен-Лян, Т.В. Кузнецова; под общ. ред. Б.В. Гусева. – М.: Научный мир, 2012. – 136 с. 2. Цементы, бетоны, строительные растворы и сухие смеси. В 3 ч. Ч. 1: справ. / В.В. Бабков [и др.]; под ред. П.Г. Комехова. – СПб: НПО «Профессионал», 2007. – 804 с. 3. Кузьменков М.И., Шалухо Н.М. Технология специальных цементов и композиционных материалов технического назначения. – Минск: БГТУ, 2014. – 275 с. 4. Кузьменков М.И., Трахимчик О.Е., Марковка Д.М. Эффективный химический препарат для повышения долговечности бетона // Технологии бетонов. – 2006. – № 1. – С. 62–64.