

Литература

1. Баженов Ю.М. Многокомпонентные мелкозернистые бетоны // Строительные материалы, оборудование и технологии XXI века. – 2001. – № 10. – С. 15.
2. Мирюк О.А. Магнезиальные композиции с использованием техногенных материалов // Технологии бетонов. – 2015. – № 5/6. – С. 9 – 13.

ВОДОСТОЙКИЕ СТЕКЛОМАГНЕЗИТОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА МИНЕРАЛЬНОЙ ОСНОВЕ Д. Симонов

Научный руководитель, доцент Н. А. Митина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время, строительная индустрия все более повышает требования к строительным материалам и изделиям, так как возросла потребность в универсальных экологически чистых и энергоэффективных материалах. Со стороны строителей выдвигаются условия по соответствию таких материалов высоким физико-механическим и эксплуатационным характеристикам, таким как: прочность на сжатие и изгиб, водостойкость, воздухопроницаемость, морозостойкость, теплопроводность.

Как альтернативой традиционным строительным материалам, на основе вяжущих систем, где используется в основном портландцемент, все большую популярность набирает магнезиальное вяжущее, которое не уступает по характеристикам, а иногда и превосходит их, обладая рядом уникальных свойств. Однако причиной незначительно распространения магнезиальных материалов является их низкая водостойкость, так как магнезиальное вяжущее относится к группе воздушных вяжущих веществ. Связано это с использованием в качестве затворителей растворов солей магния, в результате чего, в продуктах взаимодействия получаем водорастворимые соединения, которые при контакте с водой или влажной атмосферой растворяются, разрушая структуру изделия и конструкцию в целом.

В качестве материала для отделочных работ и возведения ограждающих конструкций, наряду с гипсокартоном и гипсоволокнистыми плитами, широко стали применяться стекломагнезитовые листы, использование которых возможно только внутри помещений в воздушно-сухих условиях из-за низкой водостойкости магнезиальной основы [1].

Целью настоящих исследований является установление возможности получения водостойких стекломагнезиальных материалов для использования для наружной отделки зданий и сооружений и проведения отделочных работ во влажных помещениях. Для достижения цели необходимо решить основную задачу – повышение водостойкости магнезиального вяжущего, что достигается путем синтеза водонерастворимых продуктов взаимодействия каустического магнезильного порошка и затворителя.

Сотрудниками ТПУ были проведены исследования по получению водостойких магнезиальных вяжущих с использованием раствора бикарбоната магния [2]. При взаимодействии каустического магнезита с водным раствором $Mg(HCO_3)_2$ сначала протекает реакция гидратации:



Образовавшийся гидроксид магния далее взаимодействует с бикарбонатом магния по реакции:



с образованием гидрата гидрокарбоната магния и диоксида углерода, который вступая во взаимодействие с избытком гидроксида магния, образует вторичный БКМ:



Вторичный бикарбонат магния вновь взаимодействует с гидроксидом магния по реакции (1,2) с образованием новой порции гидрата гидрокарбоната магния, который вместе с гидроксидом магния образует первичные продукты гидратации магнезиального цемента, обеспечивающие его твердение в процессе перекристаллизации первичных коллоидных продуктов в кристаллическое состояние.

Таким образом, в результате протекания последовательных и параллельных реакций (1, 2, 3), в цементном камне образуются две основные кристаллические фазы – гидроксид магния и гидрат гидрокарбоната магния, количественное соотношение между которыми предопределяется содержанием бикарбоната магния в жидкости затворения. [3] Образовавшиеся кристаллогидраты практически нерастворимы в воде и определяют высокую водостойкость магнезиального камня. [4]

Таблица 1

Химический состав исходных и прокаленных магнезиальных пород

Материал	Содержание оксидов, масс. %							
	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MnO	Δ m _{np}	Сумма
Магнезит Савинского месторождения								
исходный	46,88	1,60	0,59	0,85	0,80	0,29	50,26	101,27
прокаленный при 800 °С	75,64	3,18	-	4,24	-	-	16,94*	100
Брусит Кульдурского месторождения								
исходный	63,91	1,90	2,00	1,06	0,19	-	30,94	100,00
прокаленный при 800 °С	92,54	2,75	2,90	1,53	0,28	-	-	100,00

*- потери при прокаливании каустического магнезита, обожженного при 800 °С, связаны с наличием неразложившегося $MgCO_3$ с дефектной структурой.

В работе в качестве исходных каустических магнезиальных порошков использовались каустический магнезит марки ПМК-75 на основе магнезитовой породы Савинского месторождения (Иркутская обл.) и каустический брусит на основе бруситовой породы Кульдурского месторождения (Хабаровский край) с содержанием активного MgO 75,64 и 92,54 масс. % соответственно (табл.1). Данные материалы были получены обжигом указанных магнезиальных пород при температуре 800 °С на предприятии ООО «Сибирские порошки» (г. Иркутск).

В качестве затворителя был использован водный раствор бикарбоната магния с концентрацией 13-19 г/л, который получали искусственной карбонизацией суспензии каустического магнезиального порошка в автоклаве при давлении CO_2 .

В качестве наполнителей использовали древесную стружку фракцией 0-5мм; для армирования образцов – стекловолокно размером от 7 – 15 мм; в качестве звуко и теплоизоляционного материала – вспученный перлитовый песок ВПМ М75 по ГОСТ 10832 – 2009.

Для исследования влияния отдельных компонентов готовились композиции с конкретным наполнителем. Формовались образцы-кубики, которые твердели в течение 28 суток в разных средах: на воздухе, в воздушно-влажной среде (в камере нормального твердения) и в воде. Результаты испытаний представлены на рисунке 1.

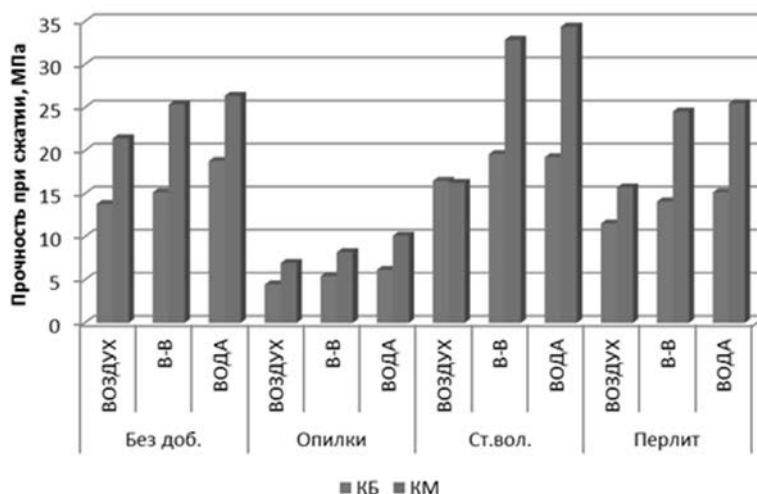


Рис.1 Зависимость прочности при сжатии композиций от их состава и среды твердения

Исследования свойств стекломagneзитовых композиций при затворении раствором бикарбоната магния показало, что прочностные характеристики, прочность на изгиб и прочность на сжатие, образцов на основе каустического магнезита имеют более высокие значения по сравнению с образцами на основе каустического брусита. При твердении в воде прочность образцов, как на изгиб, так и на сжатие выше по сравнению с образцами, твердеющими на воздухе.

Таблица 2

Состав и свойства стекломagneзитовых композиций

Образец	Вязущее, %		Опилки, %	Ст. волокно, %	Перлит, %	БКМ, % (масс. тв. комп.)	Среда твердения	Плотность, г/см ³	R _{сж.} , МПа	R _{изг.} , МПа	Теплопроводность, Вт/м·К
	KB	KM									
KB-1	79	—	15	1	5	85	Воздух	0,87	4,79	1,43	0,453
KB-2	79	—	15	1	5	85	Возд-влаж	0,93	5,24	2,02	—
KB-3	79	—	15	1	5	85	Вода	0,94	6,04	3,01	—
KM-1	—	79	15	1	5	80	Воздух	0,85	5,55	2,52	0,355
KM-2	—	79	15	1	5	80	Возд-влаж	0,95	6,2	2,65	—
KM-3	—	79	15	1	5	80	Вода	0,93	7,16	3,0	—

Коэффициент водостойкости стекломagneзитовых композиций составляет: с использованием каустического магнезита – 1,30, каустического брусита – 1,26. Определяли данный показатель как отношение прочности при сжатии образцов твердевших в воде к прочности при сжатии образцов твердевших на воздухе.

В результате проведенных исследований можно сделать вывод о возможности получения водостойких стекломagneзитовых материалов для использования во влажных условиях.

Литература

1. Орлов А.А., Черных Т.Н., Крамар Л.Я. Стекломагнезиальные листы: проблемы производства, применения и перспективы развития//Строительные материалы, 2014. - № 3. – С. 48-52.
2. Лотов В.А., Митина Н.А. Получение водостойкого магнезиального вяжущего. //Техника и технология силикатов, 2010 - т. 17, - № 3. - С. 19-22.
3. Патент РФ 2404144 Магнезиальное вяжущее / Лотов В.А, Лотова Л.Г.; Заявл. 31.07.2009. Опубл. 20.11.2010. Бюл. № 32.
4. Краткий справочник по химии. Киев: Наукова думка. 1974. С. 156-159.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖИДКОСТЕКЛЬНОГО СВЯЗУЮЩЕГО ПРИ УТИЛИЗАЦИИ
ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ****М. Е. Сулейменова, П. А. Осмонов**

Научный руководитель, профессор В. А. Лотов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время основным вяжущим материалом является портландцемент, его широко применяют в различных строительных конструкциях, изделиях и сооружениях. Но его производство является очень материалоемким и энергозатратным. Производство портландцемента обладает экологической проблемой, которая, связана с выбросами в атмосферу углекислого газа [1]. Решение данной проблемы – это разработка нового, недорогого и экологически чистого вяжущего материала. Этим материалом является жидкое стекло, обладающее вяжущими свойствами. Но область использования жидкого стекла ограничена, потому что, изделия на его основе обладают низкой водостойкостью.

Одним из способов решения проблемы низкой водостойкости жидкого стекла, является его модифицирование путем введения различных добавок. По доступности и эффективности использования, на первом месте стоят кальцийсодержащие вещества. В настоящее время проводятся работы, посвященные решению задач модифицирования жидких стекол с кальцийсодержащими добавками [2, 3].

Кроме того, отдельный интерес вызывает использование зол ТЭС и несортированного боя искусственных х (техногенных) стекол, или стеклобоя.

Проблема переработки и утилизации вторичных отходов – зол ТЭС, актуальна для многих регионов России. В регионах золоотвалы занимают огромные площади, при этом загрязняя окружающую среду. Стекло с точки зрения экологии считается одним из наиболее трудно перерабатываемых отходов. Оно не разрушается под воздействием атмосферы, воды, мороза, солнечных лучей. Кроме всего, стекло – это коррозионностойкий материал, который не поддается воздействию сильных и слабых минеральных, органических кислот и солей, биокислот, а также бактерий и грибов. Если органические остатки (пищевые отходы, бумага, и пр.) полностью распадаются через 1-3 года, полимерные вещества – через 5-20 лет, то стекло, может оставаться без особых изменений десятки и даже сотни лет [1].

Разрабатываемые материалы с определенными регулируемые свойствами можно применять в различных областях. Например, в гражданском и промышленном строительстве (бетоны разного предназначения, строительные смеси (растворы) для внутренних и наружных работ, звуко- и теплоизоляция, отделка зданий и сооружений и др.).

Целью данного исследования является исследование возможности получения изделий на основе модифицированного жидкого стекла и техногенных отходов.

Предметом исследования стали композиции на основе модифицированного жидкого стекла, наполненные боем стекла. Для изготовления композиции использовали: жидкое стекло с силикатным модулем 2,8. Плотность жидкого стекла – 1470 кг/м^3 . В качестве модифицирующей добавки использовали гашеную известь и заполнители зола ГРЭС (город Северск) и стеклобой тарного стекла [4].

Подбор оптимальных составов проводился с целью получения прочных и водостойких изделий. Предел прочности при сжатии образцов-кубиков размером $25 \times 25 \times 25 \text{ мм}$ определяли на прессе ПМ-5МГ4.

Водостойкость образцов композиционного материала определяли при помощи коэффициента размягчения. Коэффициент размягчения – это отношение предела прочности при сжатии насыщенного водой образца к прочности сухого образца. Насыщение материалов водой при определении коэффициента размягчения $K_{\text{разм}}$ проводили 12 ч при температуре 25°C [4].

В данной работе готовили образцы-кубики композиционных материалов с заполнителем. В ступку насыпали кальцийсодержащую добавку, перемешивали с небольшим количеством воды, после приливали жидкое стекло. Полученную смесь перемешивали в течение 1 минуты. Затем добавляли заполнитель, также перемешивали в течение 1 минуты, полученную смесь засыпали в стальную пресс-форму. Образцы-кубики размером $25 \times 25 \times 25 \text{ мм}$ формовали при давлении 15 МПа. Готовые образцы сушили в сушильном шкафу при температуре 100°C 2 часа, затем при 200°C – выдержка 2 часа. Смесь для каждого образца получали отдельно.

Для каждого эксперимента изготавливались по 3 образца и полученные значения физико-механических характеристик образцов-кубиков анализировали. Значения брали равными среднему арифметическому результатов эксперимента [4].

Состав композиционных материалов на основе рекомендуемого связующего, и данные эксперимента физико-механических свойств образцов в нижеприведенной таблице 1.