

ПОВЫШЕНИЕ ВОДОСТОЙКОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО ГИПСА

**Белякова Н.А., Рубцова В.Н., Осипова Е.А.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург**

Широкое внедрение в практику строительства модифицированных сухих смесей в России началось с 90-х годов, и за небольшой период времени они завоевали высокий авторитет у российских строителей.

Зарубежный и отечественный опыт использования сухих строительных смесей свидетельствует об их высокой эффективности и наличии ряда преимуществ по сравнению с традиционными растворными смесями:

- повышение производительности труда в 1,5-5 раз в зависимости от вида работ, уровня механизации и транспортировки;

- снижение материалоемкости по сравнению с традиционными технологиями в 3-4 раза;

- повышение качества строительных работ вследствие стабильности составов сухих строительных смесей и их тщательного перемешивания;

- транспортировка и хранение сухих строительных смесей осуществляется как при положительных, так и при отрицательных температурах;

- отсутствие технологических ограничений по дальности транспортировки;

- сухие смеси могут использоваться на строительном объекте мелкими порциями, храниться достаточно длительное время, сохраняя при этом свои свойства.

Первоначально основную долю сухих строительных смесей занимала импортная продукция, но в начале 2000-х г. ситуация кардинально изменилась: в России открылись заводы известных зарубежных компаний, местные производители стройматериалов также стали осваивать данный сегмент рынка. Среднегодовой темп прироста объемов выпуска модифицированных сухих строительных смесей в 2000-2004 гг. годах составлял 50%. В последующем темпы прироста стабилизировались и составили приблизительно 10-15% [1]. Последние годы в связи с кризисными явлениями в экономике наблюдается замедление темпов прироста рынка сухих строительных смесей.

В настоящее время большая часть выпуска изделий приходится на смеси на цементном связующем, чуть меньше трети объема производства составляют гипсовые смеси. Приоритетным направлением развития является расширение производства и использования эффективных сухих гипсовых смесей. Наиболее существенную долю рынка гипсовых смесей контролирует группа Кнауф – приблизительно 39%. Заметный вклад в потребление вносят смеси под марками Старатели, Волма, Юнис, Гипсополимер, продукция турецких производителей.

В 2015 году в поселке Дубенский Беляевского района состоялось открытие гипсового завода «Волма-Оренбург». Годовой объем производства продукции завода при выходе на проектную мощность составит: пазогребневые плиты – 454 тыс. кв.м., сухие строительные смеси гипсовые – 120 тыс. тонн.

Последние годы изделия на основе гипсовых вяжущих используются потребителями, вытесняя при этом традиционные цементные составы. Гипсовые вяжущие вещества обладают определенными преимуществами: достаточно прочны, легки, экономичны; обладают хорошими тепло- и звукоизоляционными свойствами, пожаробезопасностью, сравнительно низкой плотностью; способствуют поддержанию комфортного микроклимата в помещении. Однако имеют и некоторые недостатки: низкая водостойкость, высокая ползучесть, недостаточная морозостойкость материала.

Водостойкость гипсовых вяжущих оценивается по коэффициенту размягчения. Изделия из гипса неводостойкие (коэффициент размягчения гипса колеблется в пределах 0,3-0,45). Механические свойства гипсового камня очень сильно зависят от его влажности, причем особенно при малых ее значениях. Отчетливое повышение прочности наблюдается при влажности менее 2-3 % по массе. Высушенные гипсовые изделия с влажностью около 1 % по массе имеют прочность при сжатии, вдвое-втрое превосходящую прочность при сжатии влажных изделий. При столь незначительной влажности уже малые ее колебания сказываются на механических свойствах: так, колебания около 0,1 % по массе могут обусловить изменение прочности примерно до 8 %. Многократное увлажнение и высушивание не позволяет достичь максимальной прочности в сухом состоянии. В неблагоприятных случаях происходит разупрочнение, иногда связанное с трещинами и короблением [2].

Неводостойкость гипса объясняется высокой растворимостью двуhydrата сульфата кальция, его высокой проницаемостью и расклинивающим действием молекул воды при проникновении в межкристаллические полости [3]. При проектировании составов используют компоненты, обеспечивающие максимально возможную водостойкость без снижения других строительно-технологических характеристик. Чаще всего это вещества, имеющие общий ион с сульфатом кальция, либо гидравлические вяжущие совместно с активными минеральными добавками.

Современные изделия из неводостойких гипсовых вяжущих известны и используются в ненесущих конструкциях внутри зданий с относительной влажностью воздуха не более 60%. Но многочисленные исследования последних лет направлены на снижение недостатков материала при сохранении имеющихся преимуществ для расширения потенциала использования. Особый вклад в исследование гипсовых вяжущих внесли А.В. Ферронская, В.Ф. Коровяков, П.П. Будников, Ю.М. Бутт, А.В. Волженский, Р.В. Иванникова.

Водостойкие гипсовые вяжущие могут успешно заменить портландцемент во многих строительных изделиях и конструкциях и при этом повысить эффективность за счет быстрого твердения, ускорения сроков возведения зданий, снижения металлоемкости производства и энергозатрат.

Анализ работ по повышению водостойкости гипсовых вяжущих позволяет определить следующие способы улучшения технических свойств гипсовых вяжущих:

- повышение плотности изделий за счет их изготовления методом трамбования и прессования из малопластичных смесей;
- повышение водостойкости гипсовых изделий наружной и объемной гидрофобизацией, пропиткой изделий веществами, препятствующими проникновению в них влаги;
- применение химических добавок, в том числе пластифицирующих, позволяющих модифицировать различные свойства гипсобетонов;
- уменьшение в воде сульфата кальция и создание условий образования нерастворимых соединений, защищающих дигидрат сульфата кальция, сочетанием гипсового вяжущего с гидравлическими компонентами (известью, портландцементом, активными минеральными добавками) [4].

Многие ученые пытались повысить водостойкость гипсовых вяжущих путем введения в них определенных компонентов. Смеси гипсовых вяжущих веществ с портландцементом при твердении характеризуются неустойчивостью. При затворении водой они вначале интенсивно твердеют, но через 1-3 месяца, а иногда и позднее возникают деформации, обуславливающие обычно не только падение прочности, но даже разрушение системы [5].

А.В. Волженский и П.П. Будников проводили исследования композиции полуводного гипса со шлаком с точки зрения двух крайних положений: с одной стороны, полуводный гипс составлял всего 5-10%, а молотый доменный шлак – 80-90% в присутствии большей части третьего компонента – извести или цемента; с другой стороны, полуводный гипс составлял около 70%, а молотый доменный шлак вместе с известью – около 30% [6].

Для повышения водостойкости гипсовых изделий при изготовлении вводят гидрофобные добавки, молотый доменный гранулированный шлак, а также водоотталкивающие составы.

Существуют попытки повышения водостойкости гипсовых вяжущих модифицированием вяжущего полимерными добавками и поверхностной пропиткой образцов растворами [7].

Одним из наиболее перспективных направлений повышения водостойкости гипсовых вяжущих является создание гипсоцементно-пуццолановых вяжущих (ГЦПВ) приблизительно следующего состава: гипсовое вяжущее марки не ниже Г4 - 50-75%, портландцемент – 15-25%, пуццолановая добавка – 10-25%. В качестве пуццолановой добавки в нашей стране обычно используются трепелы, диатомиты, опоки, активные золы, гранулированные доменные шлаки.

Гипсоцементно-пуццолановое вяжущее может использоваться для производства строительных изделий, стойких в условиях повышенной относительной влажности окружающей среды. Оно отличается быстрым твердением в начальные сроки за счет гидратации гипса и последующим гидравлическим твердением за счет новообразований, возникающих при гидратации цемента и взаимодействии друг с другом компонентов затворенного водой смешанного вяжущего.

Целью данной работы было получение гипсового вяжущего повышенной водостойкости с использованием местной сырьевой базы.

В качестве исходных компонентов были выбраны следующие материалы: гипс «Волма-алебастр», портландцемент ЦЕМ I-42,5Н и шлакопортландцемент ЦЕМ III-32,5Н ОАО «Новотроицкий цементный завод», шлак доменный гранулированный ООО «Южно-уральская горно-перерабатывающая компания». В экспериментальных данных использовался гипс «Волма-алебастр» в связи с наличием филиала компании ООО «ВОЛМА-ОРЕНБУРГ» на территории Оренбургской области и возможности дальнейшего использования результатов опыта на практике. Гипс имеет следующие технические характеристики: нормальнотвердеющий; нормальная плотность 56,6%; марка соответствует Г-4.

В работе реализуется методика подбора количества активной минеральной добавки в составе гипсоцементно-пуццоланового вяжущего [3], разработанная коллективом авторов во главе с А.В. Ферронской, согласно которой необходимое количество минеральной добавки в составе гипсоцементно-пуццоланового вяжущего (ГЦПВ) подбирается по концентрации оксида кальция, содержащегося в специальных препаратах, представляющих собой водные суспензии полуводного гипса, портландцемента, шлакопортландцемента и активной минеральной добавки. Результаты экспериментальных данных по концентрации оксида кальция, полученные в результате проведения опытов, представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Показатели концентрации оксида кальция

Портландцемент				
Время выдерживания, сут.	Препараты			
	Первый (2,5 г добавки)	Второй (5 г добавки)	Третий (7,5 г добавки)	Четвертый (10 г добавки)
5	1,116	1,071	0,984	0,950
7	1,099	0,970	0,947	0,928
Шлакопортландцемент				
Время выдерживания, сут.	Препараты			
	Первый (1,25 г добавки)	Второй (2,5 г добавки)	Третий (3,75 г добавки)	Четвертый (5 г добавки)
5	1,107	1,048	1,004	0,970
7	0,987	0,933	0,919	0,899

Полученные результаты испытаний представлены в виде двух графиков на рисунках 1,2.

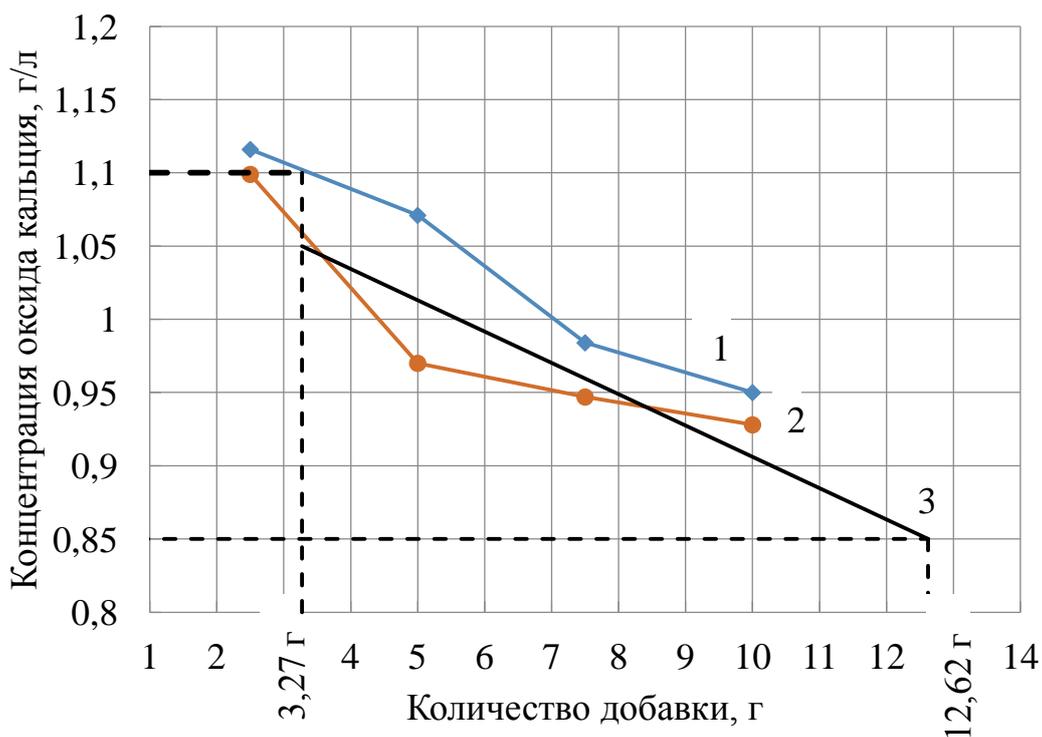


Рисунок 1 - Графики для подбора количества активной минеральной добавки в ГЦПВ с портландцементом: 1 и 2 – соответственно для препаратов 5-ти и 7-ми суточного возраста; 3 – линия тренда для графика 2

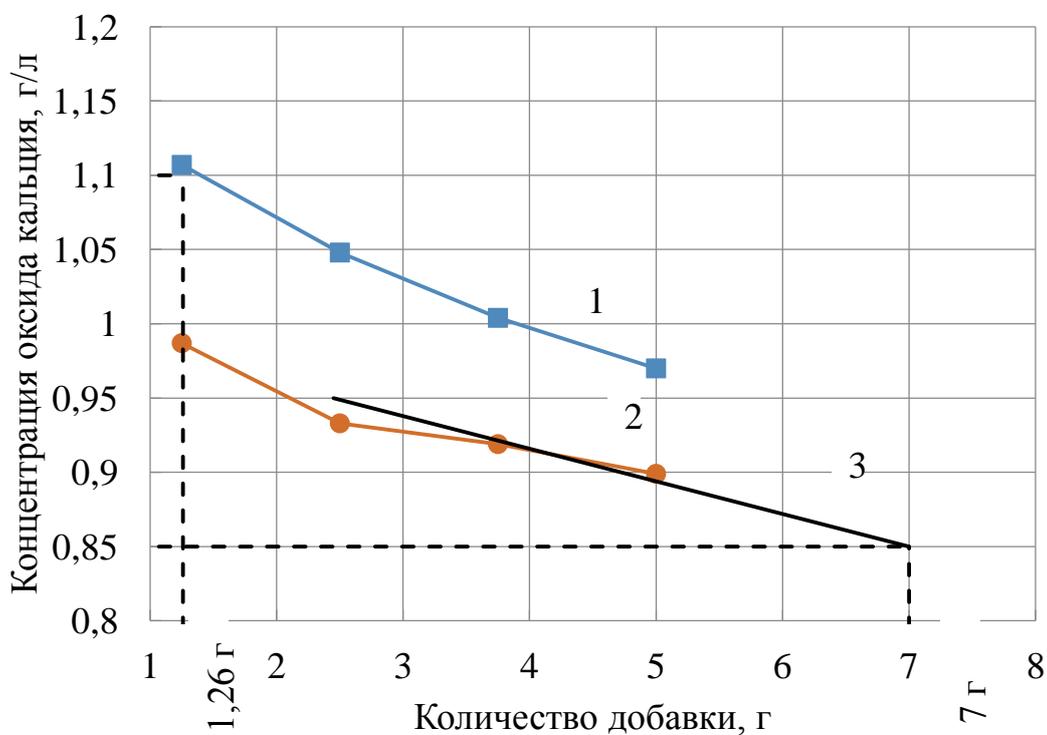


Рисунок 2 - Графики для подбора количества активной минеральной добавки в ГЦПВ с шлакопортландцементом: 1 и 2 – соответственно для препаратов 5-ти и 7-ми суточного возраста; 3 – линия тренда для графика 2

Анализируя представленные графики, можно сформировать следующие составы ГЦПВ для дальнейших испытаний и определения коэффициента размягчения:

Состав 1: 50% гипс : 25% ЦЕМ I : 25% шлак

Состав 2: 50% гипс : 33,33% ЦЕМ III : 16,66% шлак

Предел прочности при изгибе и сжатии образцов из вяжущего определяется в следующей последовательности. Из теста нормальной плотности изготавливаются образцы-балочки; через 2-4 часа после начала затворения все образцы расформовываются и помещаются на сутки для твердения на воздухе; затем на 6 суток для твердения во влажных условиях в камеру над водой; через 7 суток после затворения водой образцы высушиваются до постоянной массы, охлаждаются и испытываются на прочность при изгибе и сжатии по ГОСТ 310.4-81[8] Для определения коэффициента размягчения половинки балочек погружаются на 2 часа в воду, после чего также испытываются на прочность при сжатии. Основные показатели предела прочности на изгиб и сжатие, коэффициент размягчения полученных составов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели прочности и водостойкости полученных составов

№	Составы, %				Предел прочности в сухом состоянии				Предел прочности в насыщенном состоянии при сжатии R _{сж.} , кгс/см ²	Кразм.	
	Гипс	Портландцемент	Шлакопортландцемент	Шлак	при изгибе R _{изг.} , кгс/см ²		при сжатии R _{сж.} , кгс/см ²				
1	50	25	---	25	41,5	42,6	96	92	66	79,5	0,86
					46		88		90		
					41,9		92		76		
					40,8		92		86		
2	50	---	33,4	16,6	40	41,8	90	94	84	80	0,85
					45,5		96		90		
					43,3		92		76		
					38,2		98		70		

В результате реализации методики подбора количества активной минеральной добавки в составе гипсоцементно-пуццоланового вяжущего, получено гипсовое вяжущее повышенной водостойкости с использованием местных сырьевых компонентов. В дальнейшем планируется проектирование сухой строительной смеси на гипсоцементно-пуццолановом вяжущем повышенной водостойкости.

Список литературы

1. Дергунов, С.А., Орехов, С.А. Сухие строительные смеси (состав, технология, свойства): учебное пособие / С. А. Дергунов, С. А. Орехов. - Оренбург: ОГУ, 2013. – 106 с.

2. Белов В.В., *Современные эффективные гипсовые вяжущие, материалы и изделия* / В.В. Белов, А.Ф. Бурьянов, В.Б. Петропавловская; под общ. ред. А.Ф. Бурьянова. Тверь: ТГТУ, 2007. - 132 с.

3. Ферронская, А.В., *Гипсовые материалы и изделия (производство и применение): справочник* / под общей редакцией А.В. Ферронской. – М.: издательство АСВ, 2004. - 488 с.

4. Коровяков В.Ф. *Гипсовые вяжущие и их применение в строительстве* / В.Ф. Коровяков // *Российский химический журнал* – 2003. - №4. - с.18-25.

5. Волженский, А.В. *Минеральные вяжущие вещества: технология и свойства: учебник для вузов* / А.В. Волженский, Ю.С. Буров, В.С. Колокольников. – М.: Стройиздат, 1979. – 476 с.

6. Кузьмина В.П., *Механоактивация материалов для строительства. Гипс* / В.П. Кузьмина // *Строительные материалы*. – 2007. - №9. - с.52-54.

7. Потапова Е.Н., Исаева И.В., *Повышение водостойкости гипсового вяжущего* / Е.Н. Потапова, И.В. Исаева // *Строительные материалы*. - 2012г. - №7/ - с. 20-22.

8. ГОСТ 310.4-81 *Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии. Введ. 30.06.1983 [Электронный ресурс]* / Режим доступа: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/13713/>

