

Логанина В. И., д-р техн. наук, проф.,
Макарова Л. В., канд. техн. наук, доц.,
Тарасов Р. В., канд. техн. наук, доц.,
Сергеева К. А., аспирант

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИИ СИНТЕЗА НАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

loganin@mai.ru

В работе исследован синтез наполнителя на основе гидросиликатов кальция. Установлен оптимальный режим синтеза. Разработана математическая модель прочности известкового композита с применением гидросиликатов кальция.

Ключевые слова: синтез гидросиликатов кальция, модель прочности, известковые сухие строительные смеси.

За последние годы вырос интерес к применению волластонита как наполнителю композитов различного назначения. Однако, месторождения в России минерального сырья, содержащего силикаты кальция (волластонита), не могут обеспечить поставку на рынок достаточного количества волластонита. В патентной и научно-технической литературе описаны способы получения наполнителя на основе силикатов кальция [1, 2]. В большинстве случаев синтетические силикаты получают осаждением из водных растворов силикатов натрия ионным обменом с катионами, образующими нерастворимые силикаты, такими как кальций.

Вместе с тем, разработанная технология синтеза тонкодисперсного наполнителя для применения его в композициях с минеральными вяжущими требует корректировки с целью более полного использования потенциала наполнителя, а именно, его реакционную способность. В связи с этим возникает необходимость разработки технологии наполнителя на основе гидросиликатов кальция (ГСК), предназначенного для цементных, известковых, гипсовых композитов, имеющих широкое распространение в строительстве.

В работе применяли натриевое жидкое стекло различной плотности. В качестве добавки осадителя применяли хлористый кальций. Добавка-осадитель CaCl_2 вводилась в виде 7,5% и 15%-ного раствора. При разработке технологии производства наполнителя учитывались следующие факторы: плотность жидкого стекла, количество добавки осадителя, режим высушивания осадка, время его хранения.

Предлагаемый наполнитель предполагалось использовать в рецептуре известковых сухих строительных смесей (ССС), предназначенных для реставрации зданий исторической застройки, а также отделки вновь возводимых объектов. Для разработки рецептуры сухих строительных смесей в качестве вяжущего применяли гашеную известь 2-го сорта с активностью 84%. В качестве мелкого заполнителя применяли сурский кварцевый песок фракций 0,63-0,315мм и 0,315-0,14мм в соотношении 80:20. Плотность песка составляла $\rho_{\text{пес}} = 1527 \text{ кг/м}^3$. Содержание добавки ГСК составляло 30% от массы извести. Для регулирования структуры и свойств композита на основе СССР в рецептуру вводили добавки С-3 и релаксифицируемый порошок Neolit 7200.

В работе для определения оптимальной плотности и модуля жидкого стекла был спланирован полный факторный эксперимент. Варьируемыми факторами были плотность жидкого стекла x_1 в диапазоне значений 1130-1663кг/м³ и его модуль x_2 в диапазоне значений 1,53-2,9, в качестве целевой функции применяли прочность при сжатии известкового композита y .

Основные уровни факторов и интервалы варьирования приведены в таблице 1. В качестве параметра оптимизации была выбрана прочность при сжатии известкового композита y . Однородность дисперсий оценивалась по критерию Кохрена, адекватность моделей проверялась по критерию Фишера, значимость коэффициентов – по критерию Стьюдента при уровне значимости 0,05.

Таблица 1

Условия изменения переменных

Уровни факторов	Факторы	
	Плотность жидкого стекла (x_1), кг/м ³	Модуль жидкого стекла (x_2)
Верхний уровень	1663	2,9
Нижний уровень	1130	1,53
Интервал варьирования	266,5	0,69

В результате обработки полученных экспериментальных данных была получена линейная модель для известкового композита:

$$R_{сж} = 2,62 + 1,03x_1 + 0,31x_2 \quad (1)$$

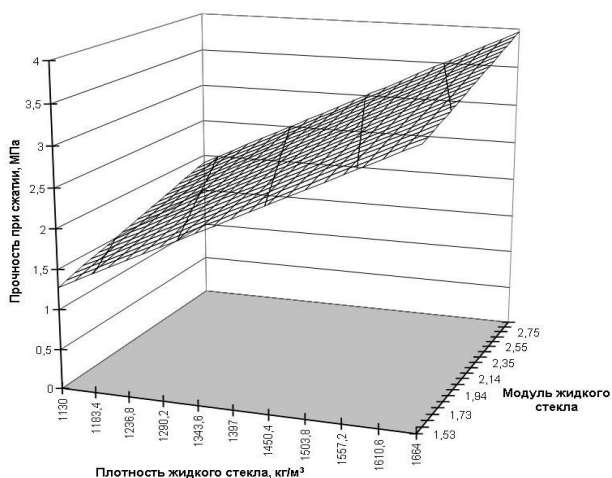


Рис. 1. Зависимость прочности при сжатии от плотности и модуля жидкого стекла

Результаты расчетов свидетельствуют, что полученная модель (1) адекватно описывает влияние исследуемых факторов на прочность при сжатии известкового композита. Значимость коэффициентов уравнения регрессии свидетельствует о существенном влиянии плотности и модуля на параметр оптимизации. Интерпретация абсолютных значений коэффициентов уравнения регрессии и их знаков указывает на преобладающее влияние плотности жидкого стекла на формирование прочности. Графическая интерпретация полученной модели представлена на рисунке.

При определении оптимальных значений плотности и модуля жидкого стекла исходили из условий получения наполнителя, обладающего активностью взаимодействия с вяжущим и способствующего получению композита с прочностью при сжатии 2,5-5,0 МПа, так как такие покрытия в соответствии DIN 18550 являются трещиностойкими. Результаты проведенных экспериментов и расчетов по модели (1) позволили установить оптимальные значения плотности и модуля жидкого стекла для синтеза наполнителя. Так, при модуле жидкого стекла $M_0=1,53$ оптимальные значения плотности составляют 1450-1664 кг/м³, значения прочности при сжатии известкового композита при этом составляют $R_{сж} = 2,52-3,34$ МПа, при модуле жидкого стекла $M_0=2,89$ соответственно 1290-1664 кг/м³, значения прочности при сжатии $R_{сж} = 2,52-3,96$ МПа. Для практических целей при синтезе наполнителя нами получена область оптимальных значений плотности и модуля жидкого стекла

После высушивания при температуре 105 °С плотность наполнителей составляет 2,8 г/см³. При оценке гранулометрического состава установлено, что кривые распределения частиц по размерам силикатсодержащего наполнителя имеют схожий полифракционный характер, распределение размеров частиц наполнителя является двухмодальным. При значении удельной поверхности $S_{уд}=5300$ см²/г средний диаметр частиц составляет 37 мкм, преобладает размер частиц в диапазоне 20-50 мкм -39% и 50-100 мкм -30,6%, при этом более 99% составляют частицы с размером менее или равные 87 мкм. Содержанием частиц в диапазоне 0,05-1 мкм составляет 0,74%.

Использование тонкодисперсных наполнителей в рецептуре сухих строительных смесей приводит к повышению функциональных и эстетических свойств получаемых покрытий. Класс качества внешнего вида покрытий составляет IV-VI. Значения адгезионной прочности покрытий на основе составов с предлагаемыми наполнителями составляют 0,5-0,9 МПа, время высыхания до степени 3 -10-15 мин, до степени 5-20-25 мин. Известковые составы хорошо наносятся на отделяемую поверхность цементно-известково-песчанной штукатурки. Составы на основе разработанной рецептуры ССС на известковом вяжущем, наполненным ГСК, образуют покрытия, характеризующиеся повышенной водостойкостью. Коэффициент размягчения составляет $K_{разм} = 0,54-0,563$. При оценке водозащитных свойств покрытий на основе ССС выявлено, что константа скорости впитывания влаги составляет $K=(0,166-0,451) \cdot 10^{-15}$ м⁶с⁻¹ [3].

Таким образом, применение тонкодисперсных наполнителей на основе ГСК по разработанной технологии в рецептуре ССС способствует повышению их качества и конкурентоспособности

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гальперина, М.К. Синтез волластонита из трепела [Текст] / М.К. Гальперина, О.С. Грум-Гржимайло, В.С. Митрохин, Н.П. Тарантул // Стекло и керамика- 1982.- №2.- С. 16-17;
2. Гордиенко, П.С. Исследование кинетических особенностей формирования моносиликата кальция в модельной системе $CaSiQ \cdot 2H_2O - Na_2OSiO_2$ [Текст] / П.С. Гордиенко, А.П. Супонина, С.Б. Ярусова, и др. // Журнал прикладной химии.-2009.-г.82, Вып.9-С.1409-1413;
3. Логанина, В.И. Повышение водостойкости известковых составов [Текст] / В.И. Логанина, Л.В. Макарова, К.А. Сергеева // Вестник БГТУ им.В.Г.Шухова - 2012.-№1.-С.28-30.