

DOI:10.12737/article_5bf7e353db5229.24492197

^{1,*}Жегера К.В.¹Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Россия, 440028, Пенза, ул. Г. Титова, д. 28

*E-mail: jegera@yandex.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ СИНТЕЗА ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ АМОΡФНЫХ АЛЮМОСИЛИКАТОВ

Аннотация. В настоящее время на российском рынке преобладают модифицирующие добавки для сухих строительных смесей зарубежных производителей. В связи с этим, актуальной задачей строительного материаловедения является разработка модифицирующих добавок для сухих строительных смесей отечественного производства. Разработка таких добавок позволит снять зависимость от зарубежных поставок и снизить себестоимость сухих строительных смесей без снижения их эксплуатационных свойств. В ходе исследований установлена возможность применения аморфных алюмосиликатов в рецептуре известковых сухих строительных смесей в качестве структурообразующей добавки. Для эффективного применения разработанной модифицирующей добавки подобрано оптимальное соотношение твердой: жидкой фаз и время синтеза добавки с применением метода планирования эксперимента. С помощью полученной квадратичной модели произведен расчет прочности при сжатии известковых образцов с предлагаемой добавкой на основе аморфных алюмосиликатов.

Ключевые слова: аморфные алюмосиликаты, сухие строительные смеси, модифицирующие добавки, оптимизация.

Введение. Современным направлением в области строительного материаловедения является разработка строительных материалов с улучшенными эксплуатационными свойствами. Этого можно добиться за счет целенаправленного формирования структуры материала путем введения в его структуру различного вида модифицирующих добавок [1, 2].

В России представлена широкая номенклатура модифицирующих добавок для сухих строительных смесей (ССС), но, подавляющее большинство – импортного производства. В связи с этим, для расширения номенклатуры модифицирующих добавок отечественного производства для СССР предложено применять аморфные алюмосиликаты. Ранее проведенные исследования доказали целесообразность применения добавки на основе аморфных алюмосиликатов в рецептуре цементных и известковых СССР [3, 4].

Анализ научной литературы [5, 6] выявил многообразие способов получения аморфных алюмосиликатов.

Методология. Для получения предлагаемой добавки рассматривался патент [7] в котором синтез предлагаемой добавки заключается в смешивании микродисперсных порошков алюминия, свойства которого приведены в табл. 1 и натриевого жидкого стекла (табл. 2) при температуре $t = 60\text{--}90\text{ }^\circ\text{C}$ в течение 30–120 мин. Для получения добавки компоненты смешивали в определенной пропорции:

1 состав – алюминиевая пудра: жидкое стекло: вода = 1:4:7;

2 состав – алюминиевая пудра: жидкое стекло: вода = 1:8:14.

3 состав – алюминиевая пудра: жидкое стекло: вода = 1,5:4:7;

4 состав – алюминиевая пудра: жидкое стекло: вода = 2:6:7.

Таблица 1

Физические свойства и химический состав алюминиевой пудры ПАП-1

Наименование показателя	Значение показателя
Кроющая способность на воде, см ² /г, не менее	7000
Всплываемость, %, не менее	80
Химический состав, %	
железо	0,5
кремний	0,4
медь	0,05
марганец	0,01
влаги	0,2
жировые добавки	3,8

Таблица 2

Физико-химические показатели жидкого натриевого стекла

Наименование показателя	Значение показателя
Силикатный модуль	2,66–2,88
Плотность при 200 °С, г/см ³	1,36–1,48
Массовая доля оксида кремния, %	10,2–12,5
Массовая доля оксида натрия, %	20,0–26,0

Основная часть. Для обеспечения эффективности применения предлагаемой неорганической

ской нанодисперсной добавки в рецептуре известковых ССС необходимо выбрать оптимальный режим синтеза добавки. С этой целью в работе спланирован полный факторный эксперимент с квадратичной моделью [8]. Параметром оптимизации выбран предел прочности при сжатии известковых образцов. За факторы, оказыва-

ющие действие на изменение прочности известкового композита приняты: X_1 – соотношение твердая:жидкая фаза Т:Ж и X_2 – время синтеза добавки.

Матрица плана в кодовом выражении приведена в таблице 3.

Таблица 3

Матрица плана в кодовом выражении

Переменные	Номера опытов								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
X_0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
X_1	-1	+1	-1	+1	-1,4142	+1,4142	0	0	0
X_2	-1	-1	+1	+1	0	0	-1,4142	+1,4142	0

В табл. 4 представлены условия изменения переменных X_1 – соотношение твердая:жидкая фаза Т:Ж и X_2 – время синтеза добавки.

Таблица 4

Условия изменения переменных

Наименование	Кодированное обозначение	Переменные	
		X_1 , %	X_2 , мин
Нижний уровень	-1	0,045	60
Основной уровень	0	0,09	90
Верхний уровень	+1	0,135	120
Интервал варьирования	Δ	0,045	30

Однородность дисперсий проверялась по критерию Кохрена, адекватность модели проверялась по критерию Фишера, а значимость коэффициентов – по критерию Стьюдента. После обработки полученных экспериментальных данных и исключения из уравнения регрессии незначимых коэффициентов модель, описанная уравнением (1) считается адекватной.

Полученные результаты позволили получить квадратичную модель:

$$R_{сж} = 1,3 - 0,85x_1 + 0,01x_2 + 0,52x_1^2 \quad (1)$$

Графическая интерпретация составленной модели представлена на рис. 1.

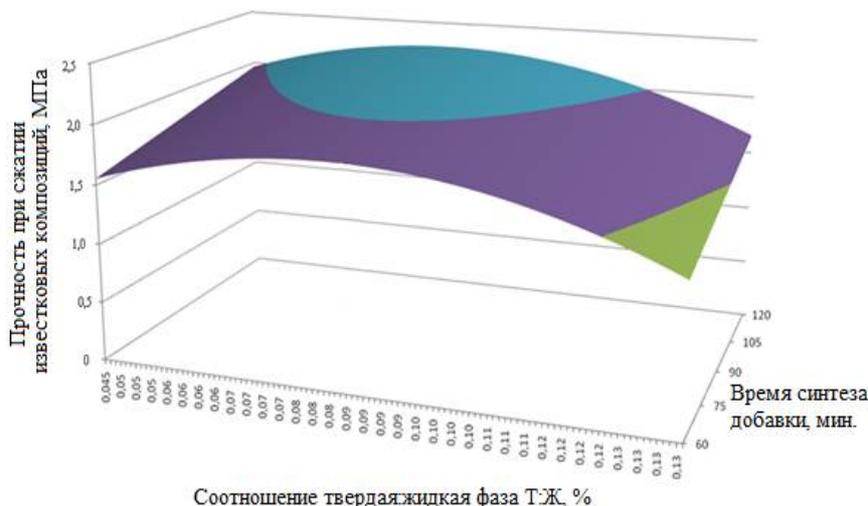


Рис. 2. Зависимость прочности при сжатии известкового композита от технологических факторов синтеза добавки

При анализе полученной квадратичной модели были выявлены точки экстремума. Предлагаемая модель позволяет подобрать оптимальное содержание компонентов.

С помощью полученной квадратичной модели (1) произведен расчет прочности при сжатии известковых образцов с добавкой на основе

аморфных алюмосиликатов, получаемая при разных времени синтеза и соотношении твердая:жидкая фаза Т:Ж (табл. 4).

Немецким стандартом DIN EN 998-1 установлено, что долговечность и сопротивление внешним воздействиям обеспечиваются в том случае, если штукатурный раствор обладает

прочностью при сжатии $R_{сж} = 2-5$ МПа [9]. Рас-творы с такими прочностными характеристиками способны приспособляться к малым деформациям и противостоять трещинообразованию.

Таблица 4

Прочность при сжатии известкового композита, В/И=1,25

Соотношение твердая:жидкая фаза Т:Ж, %	Время синтеза добавки, мин.	Прочность при сжатии известковых композиций, МПа
0,045	60	1,93
0,135	60	1,90
0,045	120	2,77
0,135	120	2,53
0,09	90	2,24

Выводы. Исходя из данных математической модели и ранее полученных данных о пористости образцов на основе алюмосиликатной добавки [10], а также учитывая требования стандарта DIN EN 998-1 выбран оптимальный режим синтеза добавки. Режим синтеза заключается в добавлении микродисперсных порошков алюминия в натриевое жидкое стекло в течение 90 мин с соотношением компонентов: алюминиевая пудра:жидкое стекло:вода в соотношении 0,09 %.

Известковая смесь с применением аморфных алюмосиликатов характеризуется хорошей удобоукладываемостью и высоким значением предела прочности при сжатии, равным 2,24 МПа.

Таким образом, проведенные исследования и расчеты свидетельствуют об эффективности применения аморфных алюмосиликатов в известковых композитах в качестве структурообразующей добавки.

Источник финансирования. РФФИ в рамках научного проекта №18-33-00018 мол_а «Исследование закономерностей структурообразования композиций на основе минеральных вяжущих в присутствии неорганической нанодисперсной добавки в виде аморфных алюмосиликатов. Разработка состава и технологии изготовления теплоизоляционной сухой строительной смеси».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ботка Е.Н. Рынок сухих строительных смесей России и стран СНГ: состояние и перспективы // Газета «Технологии и бизнес на рынке сухих строительных смесей». 2016. № 11. С. 2–3.

Информация об авторах

Жегера Кристина Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление качеством и технология строительного производства». E-mail: jegera@yandex.ru. Пензенский государственный университет архитектуры и строительства. Россия, 440028, Пенза, ул. Г.Титова, д. 28.

2. Голубев В.И., Василик П.Г. Новые продукты на рынке добавок для сухих строительных смесей и бетонов // Строительные материалы. 2006. № 3. С. 24–25.

3. Логанина В.И., Жегера К.В. Формирование прочности цементной композиции в присутствии синтезированных алюмосиликатов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Строительство и архитектура». 2015. Т. 15(№2). С.43–46.

4. Логанина В.И., Рыжов А.Д. Оценка прочности сцепления известково-перлитовой сухой строительной смеси с применением синтезированных алюмосиликатов // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2016. № 3 (687). С. 38–42.

5. Zhegera K.V. Application of amorphous aluminosilicates as a modifying additive in the recipe of a cementitious adhesive for tiles // Modern Science. 2017. № 4-1. С. 65–68.

6. Логанина В.И., Жегера К.В., Жерновский И.В. Структурообразование цементного камня в присутствии добавки на основе аморфных алюмосиликатов // Вестник гражданских инженеров. 2016. №3(56). С. 142–148.

7. Пат. RU2402486 Российская федерация, C01B33/26. Способ получения аморфного алюмосиликатного адсорбента / В. К. Милинчук (RU), А.С. Шилина (RU) патентообладатель ФГБОУ ВПО "Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ" (НИЯУ МИФИ) (RU). 3 с.

8. ГОСТ 50779.21-2004 Статистические методы. Правила определения и методы расчета статистических характеристик по выборочным данным. Часть 1. Нормальное распределение. М: ИПК Изд-во стандартов, 2004. 47 с.

9. ГОСТ Р 57336-2016/EN 998-1:2010 Рас-творы строительные штукатурные. Технические условия. Росстандарт. М.: Стандартинформ, 2017. 20 с.

10. Логанина В.И., Жегера К.В., Рыжов А.Д. Закономерности синтеза добавки на основе аморфных алюмосиликатов // Инженерный вестник Дона. №2 (2018). [Электронный ресурс]. URL: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_119_Loganina__N.pdf_75a1e2f0ae.pdf/

Поступила в октябре 2018 г.

© Жегера К.В., 2018

^{1,*}**Zhegera K.V.**

Penza State University of Architecture and Construction

Russia, 440028, Penza, ul. G. Titova, 28

**E-mail: jegera@yandex.ru*

OPTIMIZATION OF SYNTHESIS MODES OF ADDITIVES BASED ON AMORPHOUS ALUMINOSILICATES

Abstract. Presently, Russian market is dominated by modifying additives for dry building mixtures of foreign manufacturers. In this context, development of domestic modifying additives for dry building mixtures is a major task for building materials' fabricators. The development of above-mentioned additives will decrease dependence of foreign supplies and reduce the cost of dry mixtures while remaining its performance. In the research, the possibility of using amorphous aluminosilicates for calcareous dry mixtures as a structure-forming additive is established. For an effective application of the developed modifying additive, the interrelation between solid and liquid phases and the time of synthesis of an additive are selected using the method of experiment planning. The obtained quadratic model calculates the compression strength of calcareous samples with the proposed additive based on amorphous aluminosilicates.

Keywords: amorphous aluminosilicates, dry building mixture, modifying additives, optimization.

REFERENCES

1. Botka E.N. The market of dry building mixtures in Russia and CIS countries: state and prospects. Newspaper "Technologies and business on the market of dry construction mixtures", 2016, no. 11, pp. 2–3.
2. Golubev V.I., Vasilyk P.G. New products on the market for additives for dry mortars and concretes. Construction Materials, 2006, no. 3, pp. 24–25.
3. Loganina V.I., Zhegera K.V. Formation of the strength of the cement composition in the presence of synthesized aluminosilicates. Vestnik of the South Ural State University. Series "Construction and architecture", 2015, vol. 15 (no. 2), pp. 43–46.
4. Loganina V.I., Ryzhov A.D. Evaluation of the adhesion strength of the lime-perlite dry construction mixture using synthesized aluminosilicates, Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Building, 2016, no. 3 (687), pp. 38–42.
5. Zhegera K.V. Application of amorphous aluminosilicates as a modifying additive in the recipe of a cementitious adhesive for tiles. Modern Science, 2017, no. 4-1, pp. 65–68.
6. Loganina V.I., Zhegera K.V., Zhernovski I.V. Structural formation of cement stone in the presence of an additive based on amorphous aluminosilicates. Bulletin of Civil Engineers, 2016, no. 3 (56), pp. 142–148.
7. Milinchuk V.K., Shilina A.S. Method for the preparation of an amorphous aluminosilicate adsorbent. Patent RF, no. 2402486.
8. GOST 50779.21-2004 Statistical methods. Rules for the determination and methods for calculating statistical characteristics from sample data. Part 1. Normal distribution. M: IPK Publishing Standards. 2004, 47p.
9. GOST R 57336-2016 / EN 998-1: 2010 Plastering construction solutions. Technical conditions. Rosstandart. Moscow: Standardinform, 2017, 20 p.
10. Loganina V.I., Zhegera K.V., Ryzhov A.D. Regularity of the synthesis of an additive based on amorphous aluminosilicates. Engineering Bulletin of the Don, no. 2 (2018). [Electronic resource]. URL: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_119_Loganina__N.pdf_75a1e2f0ae.pdf.

Information about the author

Kristina V. Zhegera, PhD, Assistant professor. E-mail: jegera@yandex.ru. Penza State University of Architecture and Construction. Russia, 440028, Penza, ul. G. Titova, 28.

Received in October 2018

Для цитирования:

Жегера К.В. Оптимизация режимов синтеза добавки на основе аморфных алюмосиликатов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. №11. С. 17–20. DOI:10.12737/article_5bf7e353db5229.24492197

For citation:

Zhegera K.V. Optimization of synthesis modes of additives based on amorphous aluminosilicates. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov, 2018, no. 11, pp. 17–20. DOI:10.12737/article_5bf7e353db5229.24492197