

*Логанина В.И., д-р. техн. наук, проф.,
Жегера К.В., аспирант,
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства*

ВЛИЯНИЕ СИНТЕЗИРУЕМЫХ АЛЮМОСИЛИКАТОВ НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ЦЕМЕНТНЫХ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

loganin@mail.ru

Приведены сведения о химическом составе добавки на основе синтезированных алюмосиликатов, исследована эффективность применения синтезируемых алюмосиликатов в цементных композициях как модифицирующей добавки, регулирующей структурообразование и повышающей эксплуатационные свойства цементных систем. Показано, что цементный камень на основе композиционного цементного вяжущего имеет более низкое содержание свободной воды в образцах, наблюдается увеличение количества химически связанной воды. С увеличением содержания алюмосиликатов в композиционном вяжущем количество химически связанной воды увеличивается. Изучен характер изменения пористости цементных систем при введении в рецептуру цементного композита синтезированной добавки. Выявлено, что введение в состав сухих строительных смесей синтезированных алюмосиликатов породы приводит к уменьшению общей и капиллярной и увеличению гелевой и контракционной пористости, повышению прочности при сжатии в возрасте 90 суток воздушно-сухого твердения на 27,93-52,72%.

Приведены сведения о кинетике предела прочности при сжатии цементных композитов, твердеющих в воздушно-сухих условиях. Исследована микроструктура образца, на основе композиционного вяжущего, содержащего 10% добавки от массы цемента. Установлено, что применение композиционного вяжущего, включающего синтезированные алюмосиликаты, приводит к формированию более прочной структуры цементного камня.

Ключевые слова: *сухие строительные смеси, синтезированные алюмосиликаты, химический состав структурообразование, прочность, пористость.*

Введение. На сегодняшний день наблюдается увеличение объема производства сухих строительных смесей (ССС) [1,2]. При проведении отделочных работ применяют в основном СССР, поставляемые зарубежными фирмами «Tikkurila», «Saraol» и др., что удорожает стоимость работ и делает их зависимыми от импортных поставок. В структуре себестоимости отечественных СССР значительную долю составляет стоимость импортных модифицирующих добавок. В связи с этим актуальным является разработка отечественных модифицирующих добавок, что позволит снизить стоимость СССР.

Для регулирования структуры и свойств сухих строительных смесей в рецептуру вводят различные модифицирующие добавки, позволяющие существенно повысить эксплуатационные характеристики и регулировать структурообразование материала. Все ранее известные методики наноструктурирования строительных материалов можно разделить на две группы. Первая группа представляет методики, связанные с введением в материал синтезированных нанообъектов; вторая группа представляет собой методики, включающие синтез нанообъектов в материале в процессе изготовления [3 - 6].

Проведенный анализ научно-технической литературы выявил, что в настоящее время усилия зарубежных и отечественных ученых в основном сосредоточены на применении в структуре строительных композитов модифицированных нанообъектов – углеродных нанотрубок, углеродных и оксидных наночастиц. [7 - 11].

Ранее проведенные исследования подтверждают целесообразность применения нанодисперсных добавок – синтезированных гидросиликатов кальция (ГСК), золя кремниевой кислоты, органоминеральных добавок в рецептуре сухих строительных смесей для обеспечения повышенной стойкости покрытия [12 - 14].

Методология. В [15,16] предложено для регулирования структурообразования СССР вводить в их рецептуру цеолиты, синтезированные алюмосиликаты. Технология синтеза заключалась в осаждении алюмосиликатов из натриевого жидкого стекла сульфатом алюминия $Al_2(SO_4)_3$. Целью настоящей работы является исследование эффективности применения синтезируемых алюмосиликатов в цементных композициях как модифицирующей добавки, регулирующей структурообразование и повышающей эксплуатационные свойства цементных систем.

Основная часть. В работе применяли натриевое жидкое стекло с модулем $M=2,4$,

сульфат алюминия (ГОСТ 12966-85) производства ООО «АЛХИМ» (г.Тольятти).

Микроструктура полученной добавки была изучена с помощью электронного микроскопа при увеличении в 20 000 раз (рис.1.)

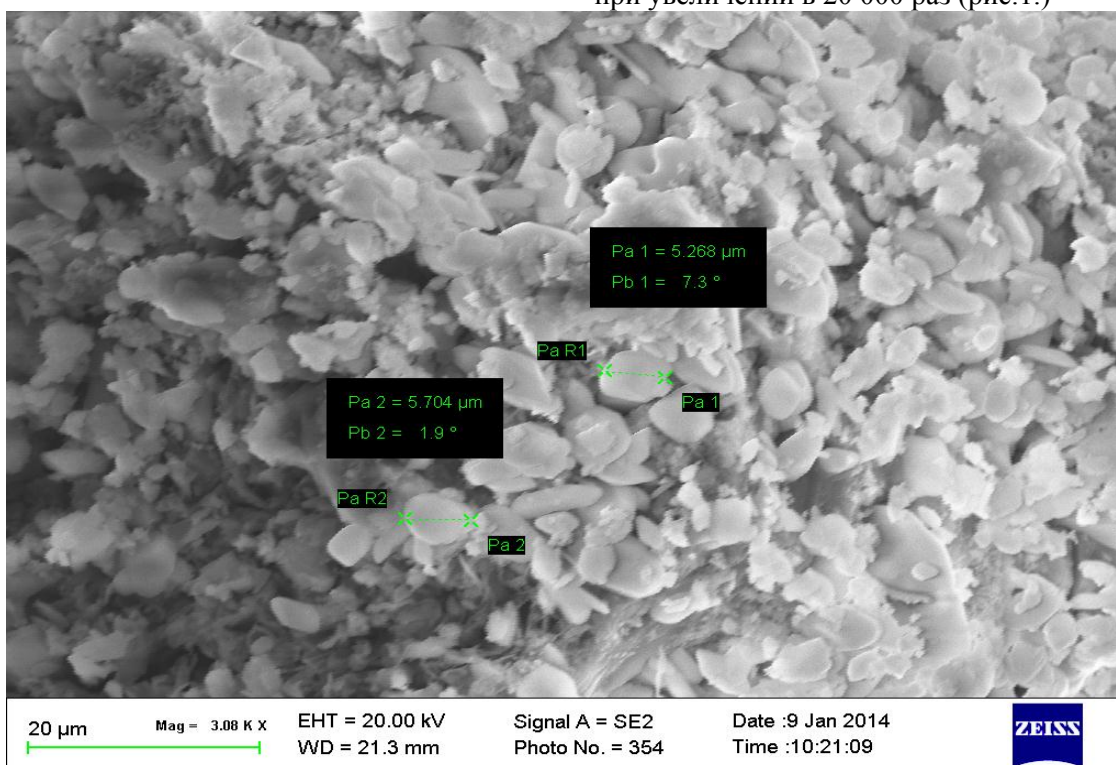


Рис.1. Микроструктура синтезированных алюмосиликатов

Установлено, что структура добавки представлена, в основном, частицами округлой формы размера 5,208-5,704μm, но встречаются частицы лещадной формы с размером 7,13-8,56μm.

Удельная поверхность частиц, измеренная методом БЭТ, составляет $S_{уд} = 86,5 \pm 3,5 \text{ м}^2/\text{г}$ [16]. Химический состав синтезируемой добавки приведен в табл.1.

Таблица 1

Результаты химического анализа всех элементов присутствующих в синтезированной добавке

Содержание химических элементов в весовых %	O	Na	Al	Si	S
Максимальное	60.91	24.23	8.29	31.26	18.69
Минимальное	36.73	8.61	1.10	7.92	0.68

Анализируя полученные данные табл.1. выявлено высокое содержание химических элементов O, Si и Na – соответственно 60,91%, 31,26% и 24,23%, что свидетельствует о преобладании соответствующих оксидов.

Предлагаемая синтезированная добавка была использована для получения цементного композиционного вяжущего. В работе применялся Вольский портландцемент марки 400. Содержание синтезированной добавки составляло 10%, 20% и 30% от массы цемента. Для изготовления образцов было выбрано оптимальное соотношение воды и цемента, равное В/Ц=43%. Образцы твердели в воздушно-сухих условиях при температуре 18-20°C и относительной влажности воздуха 60-70%.

На рис. 2 приведены экспериментальные данные оценки прочности цементных образцов.

Анализ экспериментальных данных, приведенных на рис.2., свидетельствует, что прочность при сжатии цементного камня на основе композиционного вяжущего превышает прочность при сжатии контрольного образца в возрасте 90 суток воздушно-сухого твердения на 27,93-52,72% в зависимости от содержания добавки. Очевидно, что твердение композиционного вяжущего происходит в более благоприятных влажностных условиях, т.е. синтезируемая добавка обладает влагоудерживающей способностью. Для подтверждения этого нами определялось количество свободной и химически связанной воды в образцах в возрасте 28 суток, твердевших в воздушно-сухих условиях (табл.2.).

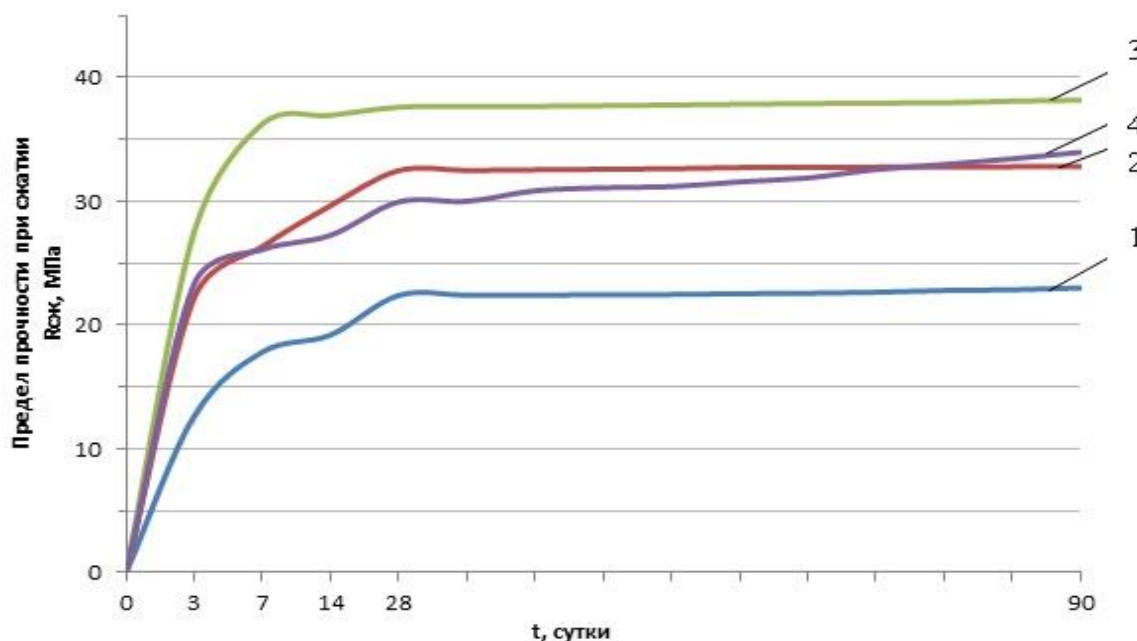


Рис. 2. Кинетика твердения в воздушно-сухих условиях цементных образцов:

1 – контрольный образец; 2 – композиционное вяжущее (содержание добавки синтезированного алюмосиликата 10% от массы цемента); 3 – композиционное вяжущее (содержание добавки 20% от массы цемента); 4 – композиционное вяжущее (содержание добавки 30% от массы цемента).

Таблица 2

Содержание свободной и химически связанной воды в цементном композите в зависимости от содержания добавки

Содержание воды в цементе	Содержание добавки (%), от массы цемента			
	-	10	20	30
свободная	7,3%	6,7%	6,1%	3,3%
химически связанная	14,5%	15,2%	17,0%	18,3%

Анализ данных, представленных в табл.2., свидетельствует, что цементный камень на основе композиционного цементного вяжущего имеет более низкое содержание свободной воды в образцах, составляющее 6,7-3,3% в зависимости от содержания добавки. Наблюдается увеличение количества химически связанной воды. Так, у цементного камня (контрольный состав) количество химически связанной воды состав-

ляет 14,5%, а на основе композиционного вяжущего, содержащего 20% алюмосиликатов, - 17,0%. С увеличением содержания алюмосиликатов в композиционном вяжущем количество химически связанной воды увеличивается, что положительно влияет на структурообразование цементного композита.

Был изучен характер изменения пористости цементных систем различного состава (табл.3.).

Таблица 3

Изменение значения пористости цементных образцов в зависимости от содержания добавки

Составы	Пористость, %			
	общая	капиллярная	гелевая	контракционная
контрольный	41,1	18,7	15,5	7,0
10% добавки	40,3	16,7	16,3	7,3
20% добавки	38,3	12	18,1	8,2
30% добавки	36,9	9	19,5	8,8

Как видно из приведенных данных в табл.3., в цементном камне на основе композиционного вяжущего наблюдается уменьшение общей и капиллярной пористости и увеличение гелевой и контракционной пористости по сравнению с контрольным образцом, что приводит к повышению стойкости цементного композита [17,18, 19, 20].

Измерение структуры цементного камня производились при помощи растрового сканирующего электронного микроскопа типа Electron Microscope JSM – 6390LV фирмы Schanning. Режим фотосъемки проведен в условиях низкого вакуума - 50МПа при увеличении 10 000раз.

Микроструктура образца на основе композиционного вяжущего, содержащего 10% добав-

ки от массы цемента (Б), характеризуется меньшими размерами частиц новообразований. Наблюдается связь волокон гидросиликатов с

сотоподобной решеткой синтезированных алюмосиликатов.

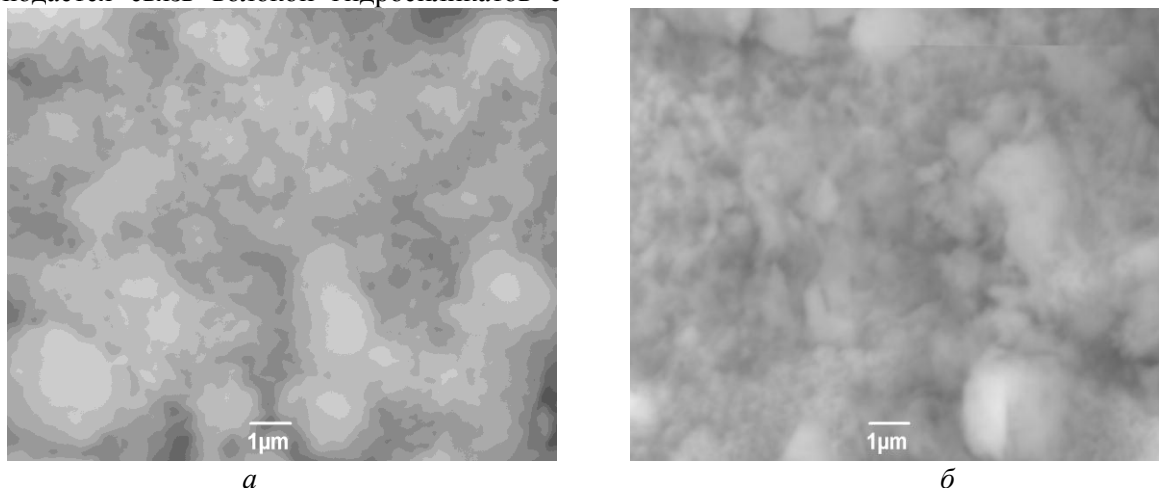


Рис.3. Микроструктура образцов:
а – контрольный образец, б – образец с добавкой 10% от массы цемента

Предлагаемое композиционное вяжущее, содержащее синтезированные алюмосиликаты, было использовано при разработке рецептуры плиточного клея. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют об эффективности их применения: повышается водоудерживающая способность, прочность сцепления, увеличивается стойкость к сползанию.

Заключение. Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют об эффективности применения синтезируемых алюмосиликатов в цементных композитах как добавки, регулирующей структурообразование. Установлено, что применение композиционного вяжущего, включающего синтезированные алюмосиликаты, приводит к формированию более прочной структуры цементного камня. Выявлено, что введение в состав сухих строительных смесей синтезированных алюмосиликатов породы приводит к уменьшению общей и капиллярной и увеличению гелевой и контракционной пористости, повышению прочности при сжатии в возрасте 90 суток воздушно-сухого твердения на 27,93-52,72%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горегляд С.Ю., Сапачева Л.В. Российские дни сухих строительных смесей // Строительные материалы. 2011. №12. С. 54-55.
2. Миронова А.С. Нанодисперсные штукатурные композиции для повышения долговечности фасадов зданий: дис...канд. техн. наук. Самара.. 2011. – 234 с.
3. Строкова В.В., Везенцев А.И., Колесников Д.А., Шиманская М.С. Свойства синтетических нанотубулярных гидросиликатов // Вест-

ник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2010. №4. С. 30–34.

4. Володченко А.Н., Лесовик В.С. Силикатные автоклавные материалы с использованием нанодисперсного сырья // Строительные материалы. 2008. №11. С. 42-44.

5. Wen-Yih Kuo, Jong-Shin Huang, Chi-Hsien Lin Effects of organo-modified montmorillonite on strengths and permeability of cement mortars // Cement and Concrete Research. 2006. № 36(5). Pp. 886-895

6. Ventolà L., Vendrell M., Giraldez P., Merino L. Traditional organic additives improve lime mortars: New old materials for restoration and building natural stone fabrics // Construction and Building Materials. 2011. № 25(8). Pp. 313-318.

7. Vejmelková E., Keppert M., Keršner Z., Rovnaníková P., Černý R. Mechanical, fracture-mechanical, hydric, thermal, and durability properties of lime–metakaolin plasters for renovation of historical buildings // Construction and Building Materials. 2012. № 31. Pp. 22-28.

8. Sevim İşçi, F. Seniha Güner, Ö. Işık Ece, Nurfer Güngör Investigation of rheological and colloidal properties of bentonitic clay dispersion in the presence of a cationic surfactant // Progress in Organic Coatings. 2005. № 54(1). Pp. 28-33.

9. Luckham Paul F, Rossi S. The colloidal and rheological properties of bentonite suspensions // Advances in Colloid and Interface Science. 1999. № 82(1–3). Pp. 43-92.

10. Swaminatham V, Kildsig D.O. Effect of magnesium stearate on the Content Uniformity of Active Ingredient in Pharmaceutical Mixture: AAPS PharmSciTech. 2002. № 19. Pp. 18-23

11 Winnefeld F., Kaufmann J., Hack E., Harzer S., Wetzel A., Zurbruggen R. Moisture induced length changes of tile adhesive mortars and their impact on adhesion strength // *Construction and Building Materials*. 2012. № 30. Pp. 426-438

12. Логанина В.И., Давыдова О.А., Симонов Е.Е. Исследование закономерностей влияния золя кремниевой кислоты на структуру и свойства диатомита // *Строительные материалы*. 2011. № 12. С. 63.

13. Логанина В.И., Макарова Л.В., Сергеева К.С. Свойства известковых композитов с силикатсодержащими наполнителями // *Строительные материалы*. 2012. № 3. С. 30-31.

14. Логанина В.И., Петухова Н.А., Горбунов В.Н., Дмитриева Т.Н. Перспективы изготовления органоминеральной добавки на основе отечественного сырья // *Известия высших учебных заведений. Строительство*. 2009. № 9. С. 36-39.

15. Дружинкин С.В. Сухие строительные смеси на основе цеолитсодержащих пород: дис...канд. техн. наук: Красноярск, 2010. – 169 с.

16. Логанина В.И., Жерновский В.И., Садовникова М.А., Жегера К.В. Добавка на основе алюмосиликатов для цементных систем // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2013. Т. 5. №6. С. 8-11.

17. Горчаков Г.И., Капкин М.М., Скрамтаев Б.Г. Повышение морозостойкости бетона в конструкциях промышленных и гидротехнических сооружений. М.: Изд. «Стройиздат», 1965. 190 с.

18. Jenni Aю, Holzer M, Zurbruggen M., Herwegh M. Influence of polymers on microstructure and adhesive strength of cementitious tile adhesive mortars // *Cement and Concrete Research*. 2005. № 35(1). Pp. 35-50.

19. Maranhão F.L., Loh K., John V.M. The influence of moisture on the deformability of cement-polymer adhesive mortar // *Construction and Building Materials*. 2011. № 25(6). Pp. 2948-2954.

20. Andrejkovicova S., Ferraz L., Velosa A.L., Silva A.S. and Air F.R. Lime mortars with incorporation of sepiolite and synthetic zeolite pellets // *Acta Geodyn. Geomater.* 2012. № 9(1/(165)). Pp. 79-91.