

УДК 691.311

DOI 10.22213/2410-9304-2019-1-144-151

КОНСТРУКЦИОННО-ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ
ВЫСОКОПРОЧНОГО АНГИДРИТОВОГО ВЯЖУЩЕГО*

Г. И. Яковлев, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, Ижевск, Россия
Г. Н. Первушин, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, Ижевск, Россия
В. П. Грахов, доктор экономических наук, профессор, ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, Ижевск, Россия
Д. А. Калабина, старший преподаватель, аспирант, ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, Ижевск, Россия
А. Ф. Гордина, кандидат технических наук, ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, Ижевск, Россия
Ю. Н. Гинчицкая, ассистент, магистр (аспирант), ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, Ижевск, Россия
К. А. Баженов, магистрант, ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, Ижевск, Россия
В. В. Трошкова, магистрант, ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, Ижевск, Россия
Р. Дрохитка, доктор технических наук, профессор, Технический университет г. Брно
В. Г. Хозин, доктор технических наук, профессор, Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Исследованы физико-механические свойства конструкционно-теплоизоляционной композиции на основе высокопрочного ангидритового вяжущего, приготовленного на основе фторангидрита – отхода производства плавиковой кислоты – и вспученного перлитового песка. Для активации процессов структурообразования ангидритового вяжущего использовался 3%-й водный раствор фосфата натрия Na_3PO_4 . В качестве сверхлегкого заполнителя в композиции использовался вспученный перлитовый песок. Проведенные исследования микроструктуры и рентгеновский микроанализ показали наличие физико-химического взаимодействия между двуводным сульфатом кальция и частицами вспученного перлитового песка, обеспечивающего повышение физико-механических характеристик разработанного материала вследствие формирования плотной структуры, которое происходит в результате формирования новообразований в межфазной зоне на границе ангидритового вяжущего и частиц вспученного перлитового песка, что подтверждается результатами инфракрасной спектроскопии. Также отмечено уплотнение структуры ангидритового вяжущего нанодисперсными структурами, образующимися в межкристаллитных порах ангидритового вяжущего. Разработанная композиция может служить дешевым заменителем гипса при производстве «теплой штукатурки», гипсокартонных листов, пазогребневых плит, стеновых блоков, изготовлении архитектурных деталей методом литья в формы, а также выполнении теплоизоляции стен при каркасном строительстве, в том числе для заполнения колодцевой кладки.

Ключевые слова: фторангидрит, активатор, фосфат натрия, вспученный перлит, микроструктура, нанодисперсные структуры.

Введение

Одной из главных проблем строительного материаловедения является утилизация отходов химической промышленности при производстве строительных материалов. Благодаря переработке вторичного сырья удается снизить вред, причиняемый природе в местах отвалов сырья, а также существенно сократить расходы на производство новых строительных материалов [1, 2].

Ангидритовые растворы и бетоны наряду с гипсовыми характеризуются рядом положительных свойств, включая прочность, короткие сроки схватывания, возможность регулирования влажности помещений за счет пористой структуры композита, экологичность [3]. Исходя из химического и минералогического состава, при массовом производстве материалов на основе ангидритовых вяжущих вместо природного или

термически обработанного ангидрита становится наиболее экономически эффективным использование фторангидрита [4, 5].

Применение ангидритовых составов при производстве изделий ограничивается низкой скоростью схватывания и твердения без введения химических добавок – активаторов твердения. Поэтому возможность получения композиции на основе фторангидрита – отхода производства плавиковой кислоты – требует решения задачи по ускорению процессов его структурообразования [6, 7].

К достоинствам применяемого в исследовании фторангидрита можно отнести простоту его переработки в вяжущее, благодаря отсутствию необходимости в термической обработке, низкое энергопотребление при производстве изделий и конструкций на основе ангидритовой

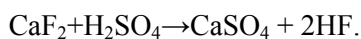
© Яковлев Г. И., Первушин Г. Н., Грахов В. П., Калабина Д. А., Гордина А. Ф., Гинчицкая Ю. Н., Баженов К. А., Трошкова В. В., Дрохитка Р., Хозин В. Г., 2019

* Статья опубликована в рамках XI Международной конференции «Нанотехнологии в строительстве», проводимой в Шарм-аль-Шейхе, Египет, 13–17 апреля 2019.

Исследование выполнено в рамках государственного задания по заказу Министерства образования Российской Федерации (проект № 16.7823.2017/7.8).

композиции, экологическую чистоту материала, высокую огнестойкость, низкую теплопроводность и стоимость сырья. Все вышперечисленные положительные качества фторангидрита делают его использование в массовом производстве строительных материалов и изделий актуальным и экономически эффективным.

При производстве плавиковой кислоты из 1 т плавикового шпата (CaF₂) и 1,25 т серной кислоты получается 0,5 т плавиковой кислоты и 1,7 т тонкодисперсного сухого ангидрита:



Ежегодно в мире производится по такому способу 2-3 млн. т ангидрита, который используется лишь частично. Поэтому разработка и внедрение технологий ангидритовых вяжущих техногенного происхождения и материалов на их основе представляются актуальными.

Для улучшения физико-технических свойств ангидритовых материалов широко применяют активаторы твердения [8, 9], принцип действия которых заключается в ускорении растворения фторангидрита после его затворения водой, что в свою очередь приводит к форсированию гидратации и твердения вяжущего [10, 11]. В основном для активации процессов структурообразования вяжущего используются различные активаторы твердения, классифицируемые по способу активации на сульфатные, щелочные и комбинированные активаторы [12, 13]. С помощью щелочных активаторов обеспечивается постоянство объема материала, в результате чего

удается снизить расход вяжущего, а также повысить скорость схватывания, прочность и долговечность изделия [14]. Эффективной добавкой является хлорид натрия NaCl, при введении которого происходит увеличение средней плотности образцов [15]. Среди редко используемых активаторов фторангидрита известен фосфат натрия Na₃PO₄.

Характеристики используемых материалов

Разработанная композиция состоит из высокопрочного ангидритового вяжущего [16] и сверхлегкого заполнителя – вспученного перлита.

Для приготовления высокопрочного вяжущего в эксперименте использовался порошокобразный фторангидрит компании «ГалоПолимер», соответствующий ТУ 5744-132-05807960–98 [17]. Для активации процессов структурообразования фторангидрита использовался 3%-й водный раствор фосфата натрия. Физико-механические показатели высокопрочного вяжущего на основе активированного фосфатом натрия фторангидрита: прочность на растяжение при изгибе через 28 сут. – 10 МПа, прочность на сжатие через 28 сут. – 40 МПа, коэффициент размягчения – 0,71, водопоглощение – 5,62 %.

Проведенный дисперсионный анализ молотого фторангидрита показал, что средний диаметр частиц составляет 10,5 мкм (рис. 1). Необходимо отметить наличие в составе фторангидрита нанодисперсной составляющей со средним размером частиц 140 нм.

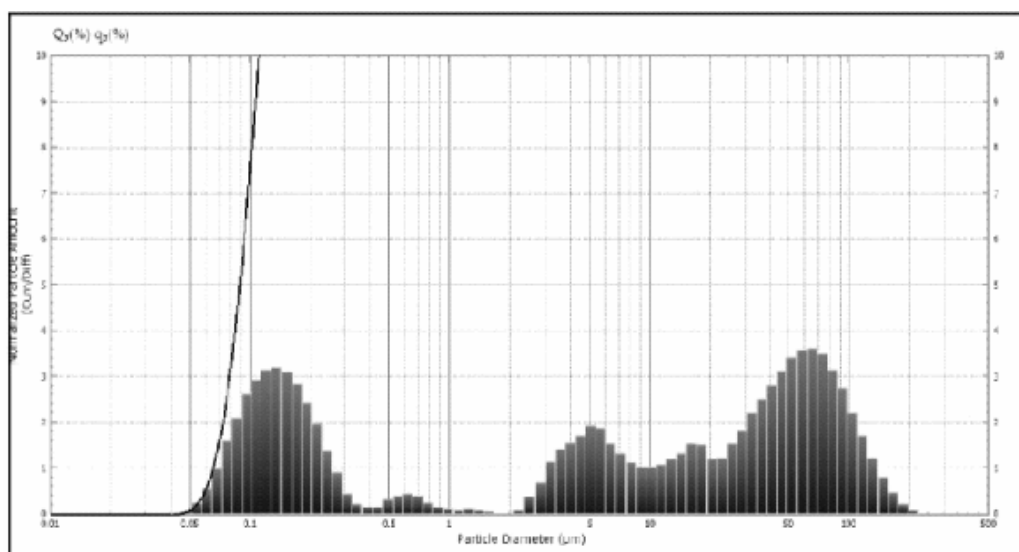


Рис. 1. Дисперсионный анализ фторангидрита

Химический состав фторангидрита [18] приведен в табл. 1.

Таблица 1. Химический состав фторангидрита, %

CaO	SO ₃	CaF ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
35,0–36,5	Не менее 45	2,2–5	2,6–3,4	0,5–0,7	0,2–0,95

Рентгенофазовый анализ фторангидрита показал преобладание в нем растворимого сульфата кальция γ -CaSO₄ (рис. 2). На рентгенограмме фторангидрита наблюдаются отражения, соответствующие растворимому ангидриту – CaSO₄ ($d_a = 3,50; 2,85; 2,33; 2,21; 1,87 \text{ \AA}$), присутствующие слабые отражения двухводного гипса CaSO₄·2H₂O ($d_a = 7,55; 4,26; 2,85 \text{ \AA}$), оксида кремния SiO₂ ($d_a = 3,35 \text{ \AA}$), кальцита CaCO₃ ($d_a = 3,03 \text{ \AA}$).

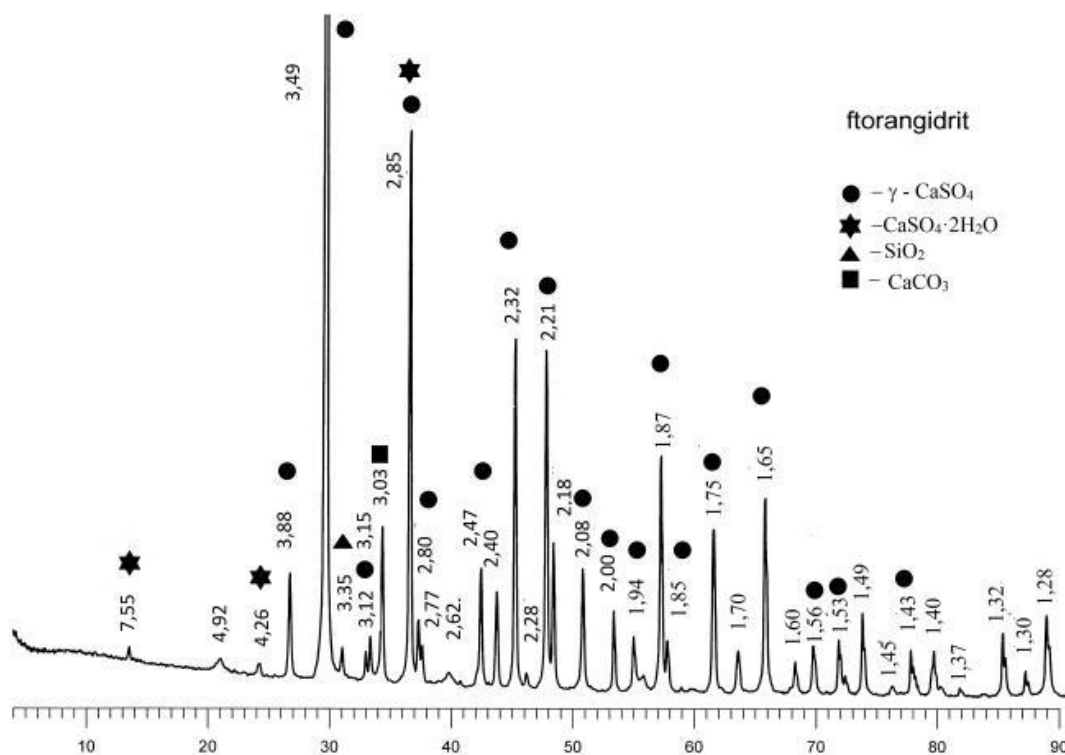


Рис. 2. Дифрактограмма фторангидрита

В качестве сверхлегкого заполнителя при приготовлении конструкционно-теплоизоляционного материала использовался вспученный перлитовый песок (ГОСТ 10832–2009) с насыпной плотностью 98,9 кг/м³.

Химический состав вспученного перлитового песка приведен в табл. 2.

Таблица 2. Химический состав вспученного перлитового песка, в % масс.

SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	TiO ₂	CaO + Mg ₂ O + Fe ₂ O ₃
73	15	4,7	5,0	2,3

По результатам дисперсионного анализа (рис. 3) было установлено, что средний размер частиц вспученного перлитового песка составляет 65 мкм, до 72 % частиц (по массе) имеют размеры до 100 мкм.

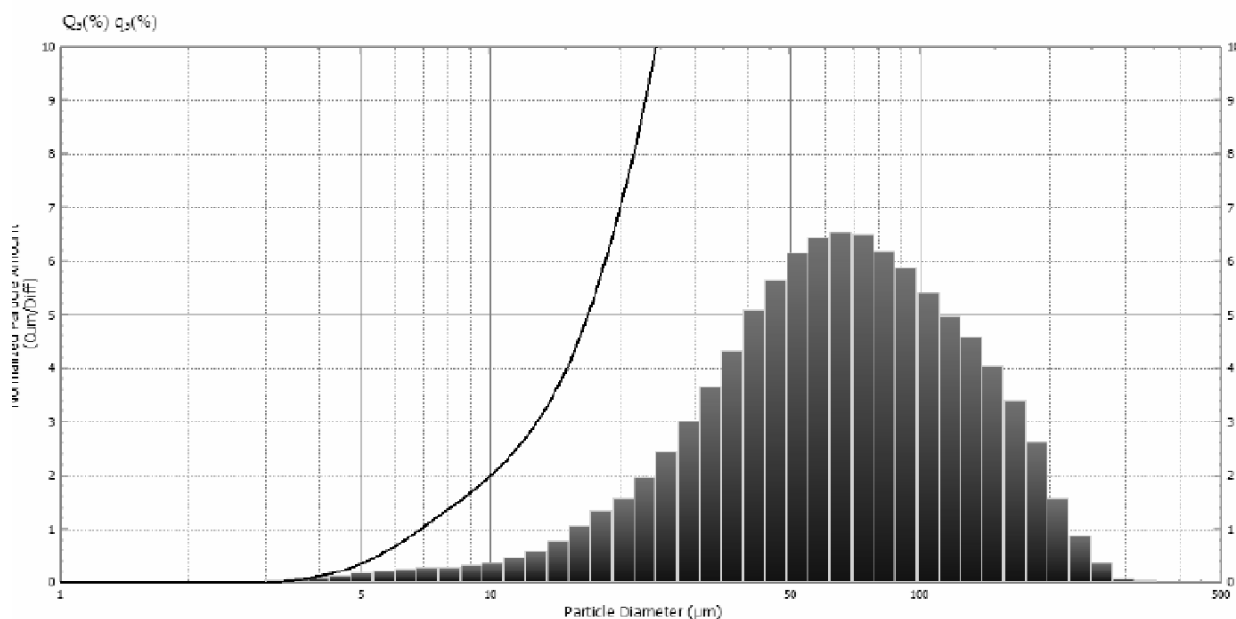


Рис. 3. Дисперсионный анализ вспученного перлитового песка

Приготовление композиции

Состав композиции, % мас: фторангидрит – 63,69, вспученный перлит – 4,46, 3%-й водный раствор фосфата натрия – 31,85.

Процесс приготовления композиции включал в себя три этапа:

1. Подготовка 3%-го водного раствора фосфата натрия.
2. Приготовление вяжущего затворением фторангидрита 3%-м водным раствором фосфата натрия.

3. Введение в тесто вспученного перлитового песка, перемешивание до однородности.

Полученная смесь укладывалась в формы с размерами 40×40×160 мм и твердела на воздухе. В процессе твердения структура композиции формировалась за счет гидратации фторангидрита с образованием вяжущей матрицы на основе двуводного гипса. Результаты физико-механических испытаний приведены в табл. 3.

Таблица 3. Физико-механические свойства полученной ангидритовой композиции

Прочность на растяжение при изгибе, МПа		Прочность на сжатие, МПа		Коэффициент размягчения, K_p	Водопоглощение, %	Плотность, г/см ³	Коэффициент теплопроводности, Вт/м ² С
7 сут.	28 сут.	7 сут.	28 сут.				
1,2	2,92	4,29	9,83	0,35	13,9	1,17	0,382

Физико-химические исследования структуры композиции

Микроскопические исследования полученной композиции выполнены на микроскопе MIRA3 TESCAN в исследовательском центре AdMaS Технического университета Брно. На рис. 4 видно, что частица перлита имеет гладкую сплошную оболочку с закрытой пористостью.

Ангидритовое вяжущее, состоящее из пластинчатых кристаллов двуводного гипса, имеет плотное сцепление с частицами вспученного перлита (рис. 4, б).

Анализ микроструктуры при больших увеличениях позволил установить взаимосвязь вяжущей матрицы с поверхностью вспученного перлита (рис. 5, а) с физико-химическим взаимодействием между частицами перлита и гидратированного фторангидрита (рис. 5, б). На рисунке видно наличие химического взаимодействия на границе контакта частицы перлита и фторангидритового вяжущего с образованием эрозии в стенке перлитовой частицы.

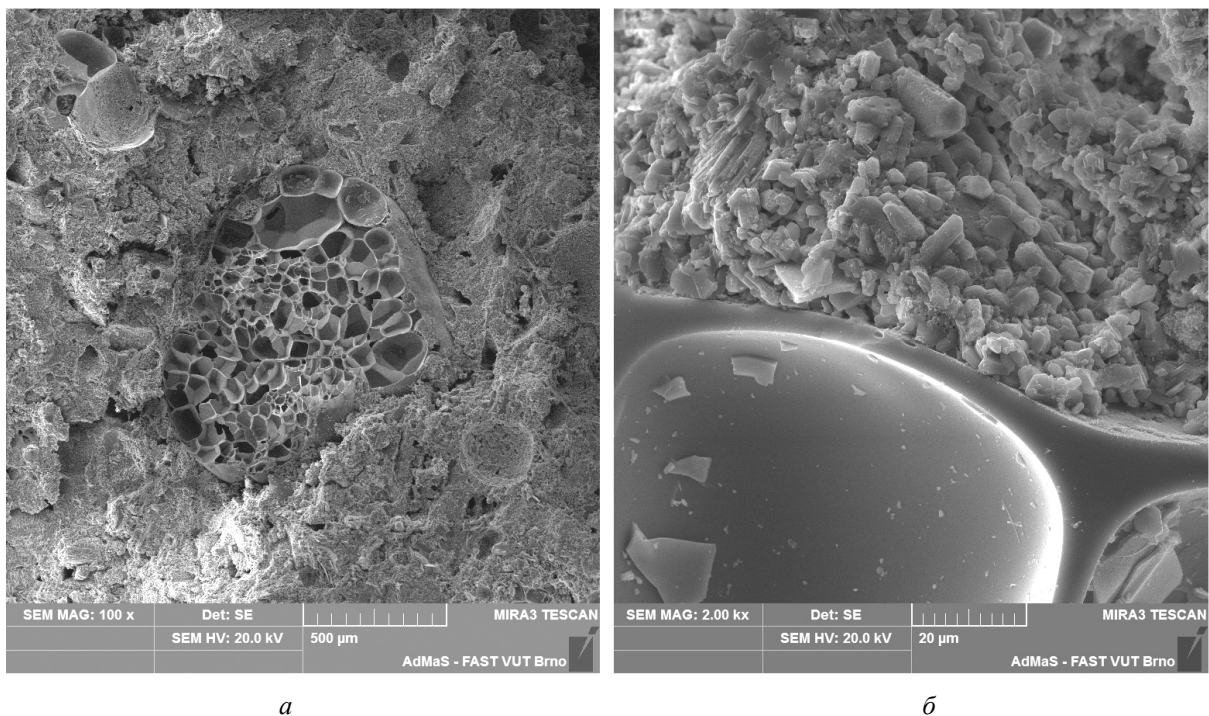


Рис. 4. Микроструктура образца при 100-кратном увеличении (а), фрагмент микроструктуры в области межфазного слоя при 2000-кратном увеличении (б)

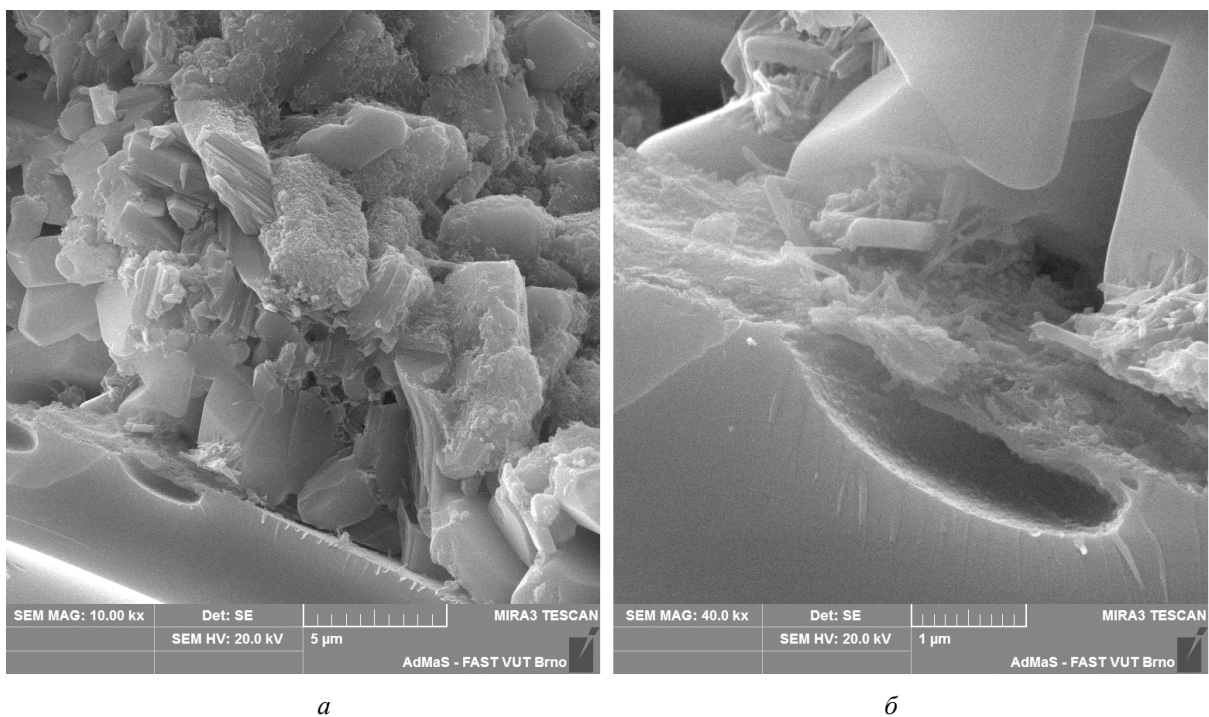


Рис. 5. Микроструктура контактной границы при 10000-кратном увеличении (а), физико-химическое взаимодействие вязущей матрицы с поверхностью вспученного перлита при 40000-кратном увеличении (б)

В то же время нанодисперсные новообразования (рис. 5, а), формирующиеся по поверхности кристаллов двуводного гипса, обеспечивают формирование плотной структуры ангидритово-

го вязущего, характеризующееся большой площадью контактов между кристаллогидратами сульфата кальция.

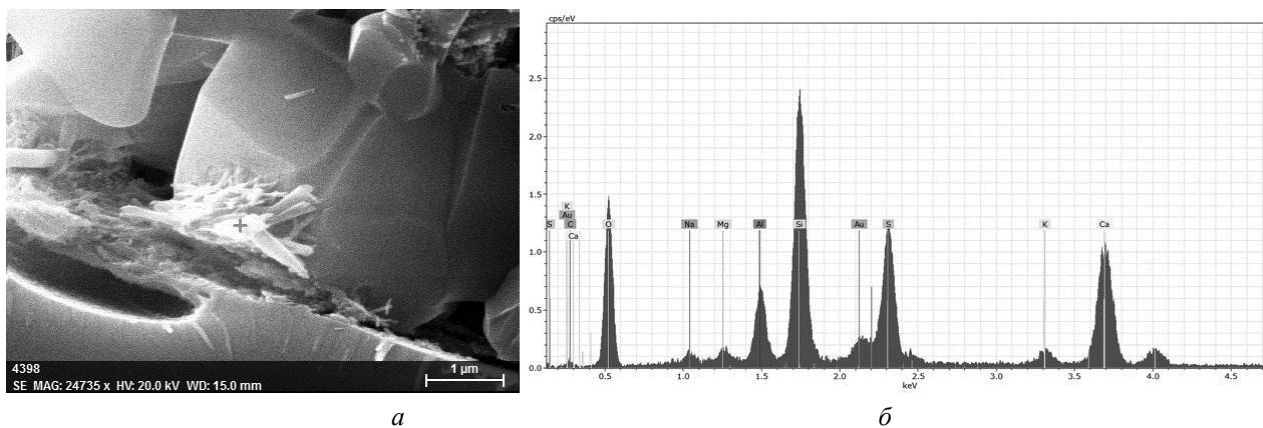


Рис. 6. Рентгеновский микроанализ новообразований на поверхности частиц вспученного перлита

С целью идентификации состава дисперсных кристаллических новообразований игольчатой структуры в межфазной зоне между вспученным перлитом и гидратированным фторангидритом проводился рентгеновский микроанализ (рис. 6), который показал наличие в составе дисперсных кристаллов на поверхности перлита атомов кальция Ca, кремния Si, серы S, кислорода O и алюминия Al (рис. 6, б), что позволяет предположить образование гидросульфалюминатов и гидросиликатов кальция, обеспечивающих дополнительный прирост прочности ком-

позиции за счет химического взаимодействия составляющих композиции.

ИК-спектральный анализ фторангидритовой композиции подтвердил химическое взаимодействие двухводного сульфата кальция с поверхностью частиц перлита. Так, вяжущая матрица, приготовленная на основе фторангидрита, активированного 3%-м раствором фосфата натрия (рис. 7, а), имеет линии поглощения, соответствующие двухводному гипсу ($\nu = 1151,5; 1107,14 \text{ см}^{-1}$).

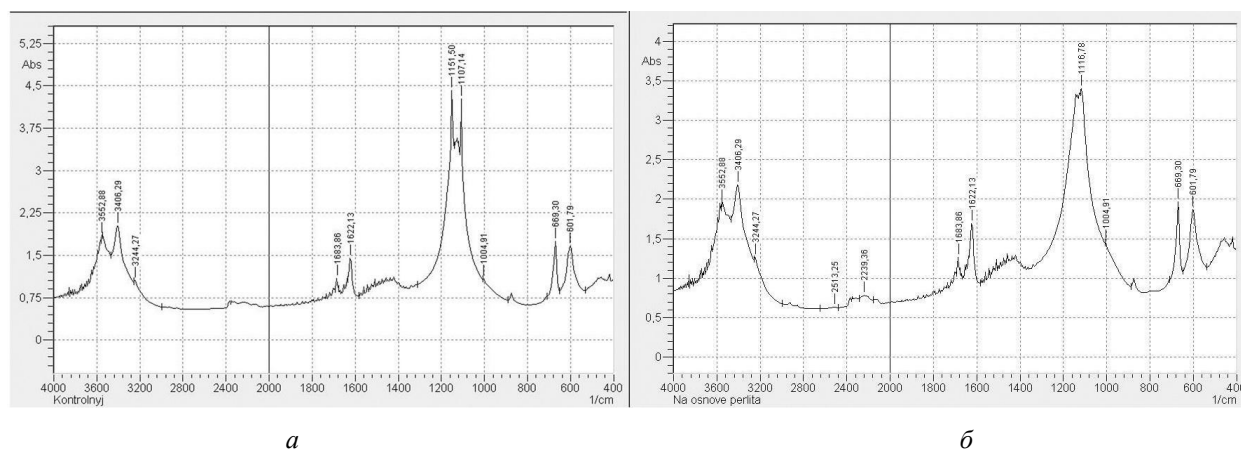


Рис. 7. ИК-спектры: вяжущей матрицы в составе композиции (а), фторангидритовой композиции с вспученным перлитовым песком (б)

На ИК-спектре фторангидритовой композиции с вспученным перлитовым песком (рис. 7, б) появляется новая линия поглощения ($\nu = 1116,78 \text{ см}^{-1}$), соответствующая группировке Si-O-Si, что позволяет говорить о формировании в межфазном слое гидросиликатов кальция.

Заключение

Таким образом, фторангидритовая композиция, включающая техногенный материал фторангидрит и вспученный перлитовый песок, имеет повышенные физико-механические показатели

вследствие формирования плотной структуры, обеспечиваемой формированием нанодисперсных образований на поверхности кристаллов двухводного гипса. Отмеченные новообразования заполняют межкристаллитные полости и уплотняют структуры композиции. Физико-химические взаимодействия между вяжущей матрицей на основе двухводного гипса и поверхностью частиц вспученного перлитового песка обеспечивают дополнительный прирост прочности композиции за счет гидросиликатов кальция и гидроалюмосиликатов, формирующихся в межфазной зоне, что

подтверждается рентгеновским микроанализом и ИК-спектральными исследованиями. Разработанная композиция является эффективным материалом на основе отходов химической промышленности и может быть использована при производстве изделий, традиционно производимых на основе дорогостоящих гипсовых вяжущих: «теплой» штукатурки, гипсокартонных листов, архитектурных деталей, пазогребневых плит, стеновых блоков, а также теплоизоляции стен при каркасном строительстве, в том числе для заполнения колодцевой кладки.

Библиографические ссылки

1. Модификация структуры и свойств строительных композитов на основе сульфата кальция: монография / В. В. Белов, А. Ф. Бурьянов, Г. И. Яковлев, В. Б. Петропавловская, Х.-Б. Фишер, И. С. Маева / под общ. ред. А. Ф. Бурьянова. М.: Де Нова, 2012. 196 с. ISBN 5 93536 083 7.
2. Волженский А. В., Буров Ю. С., Колокольников В. С. Минеральные вяжущие вещества (технология и свойства). М.: Стройиздат, 1979. 477 с.
3. Nowak S., Wutz K., Prosiegel K., Fischer H.-B. (2006). Zum Einsatz von Melaminharzen in Calciumsulfat – Flieestrichen, In 16. Internationale Baustofftagung «Ibausil», 20-22 September 2006, Weimar, Germany. Band 1. Pp. 857-866.
4. Vlad D., Zouaoui N., Kambia M., Plank J. Zur Wechselwirkung von Polycarboxylat – Flieemitteln mit sulfatisch angeregtem REA-Anhydrit, In 16. Internationale Baustofftagung «Ibausil», 20-22 September 2006, Weimar, Bundesrepublik Deutschland. Band 1. Pp. 759-766.
5. Jakowlew G., Keriene J. Fluoranhydrit verbundwerkstoffe fuer den Fliessestrich, In: 14 Internationale Baustofftagung “Ibausil”, 20-23 September 2000, Weimar, Bundesrepublik Deutschland. Band 2. Pp. 871-879.
6. Композиционные материалы на основе сульфатсодержащих отходов производства / Е. С. Лушников, Н. С. Рузина, А. Ф. Гордина, И. С. Полянских // Материалы II Брянского международного инновационного форума «Строительство-2016» (Брянск, 1 декабря 2016 г.). Т.1. Брянск, 2016. С. 75–78.
7. Plechanova T. A., Keriene J., Gailius A., Yakovlev G. I. Structural, physical and mechanical properties of modified wood-magnesia composite. Construction and Building Materials, 2007. Vol. 21, Is. 9: 1833-1838.
8. Wtorov B., Fischer H.-B., Stark J. Zur Anregung von Naturanhydrit. Weimar, 2000. 14. ibausil, Tagungsband 1, s. 1069-1082.
9. Grimme H. In Mitteldeutschland entwickelte Anhydritbinderarten. Zement-Kalk-Gips. 1962. Nr. 7.
10. Ottemann J. Über Ergebnisse und Probleme der Anhydritforschung. Silikat-technik, 1951 - Bd. 1, pp. 5-9.
11. Altmann H.-D. (1993). Anhydritbaustoffe. Fließestriche aus Calciumsulfat-Bindemitteln. Estrich-Technik 12.
12. Фишер Х.-Б., Второв Б. Влияние активаторов твердения на свойства природного ангидрита // II Международное совещание по химии и технологии цемента. Т. 2. Москва, РХТУ им. Менделеева, 2000. С. 53–61.
13. Второв Б., Фишер Х.-Б. Подбор и оптимизация состава ангидритового вяжущего // Моделирование и оптимизация в материаловедении: материалы к 40-му международному семинару по моделированию и оптимизации композитов. Одесса, 2001. С. 66-67.
14. El Hajjouji A., Murat M. Zusammenhang zwischen Porengefüge und Festigkeit abgebundener Gipspasten. Einfluß chemischer Zusätze. ZKG INTERNATIONAL 42 (1989) Nr. 8, S. 419-424.
15. Комплексная активация фторангидрита добавками на основе многослойных углеродных нанотрубок / А. Ф. Гордина, И. С. Полянских, Г. И. Яковлев, М. О. Мазитов, М. Р. Бекмансуров, Ю. А. Баланова // Интеллектуальные системы в производстве. 2016. № 2 (29). С. 96-101. ISSN: 1813-7911, eISSN: 2410-9304.
16. Yakovlev G. I., Tulegenova A. V., Pervushin G. N., Keriene J., Gordina A. F., Bazhenov K. A., Ali El-sayed Elrefaei. Multifunctional Admixture Used for Activating Fluoroanhydrite, 20th International Building Materials Conference «Ibausil», 12-14 September 2018, Weimar, Germany, Band 2, pp. 559-568.
17. ТУ 5744-132-05807960–98. Нейтрализованный отход производства фтористого водорода (фторангидрит). Технические условия.
18. Сертификат качества № 921/2/124398. Фторангидрит. Компания «ГалоПолимер», Россия, г. Пермь, 2017.

References

1. Belov V.V., Buryanov A.F., Yakovlev G.I., Petropavlovskaya V.B., Fisher H.B., Mayeva I.S. *Modifikatsiya struktury i svoystv stroitel'nykh kompozitov na osnove sulfata kal'tsiya* [Modification of the structure and properties of calcium sulphate-based building composites]. Moscow, De Nova Publ., 2012, 196 p. (in Russ.).
2. Volzhenskii A.V., Burov Yu.S., Kolokol'nikov V.S. *Mineral'nye vyazhushchie veshchestva: (tehnologiya i svoystva)* [Mineral binders: (technology and properties)]. Moscow, Stroizdat Publ., 1979, 477 p. (in Russ.).
3. Nowak S., Wutz K., Prosiegel K., Fischer H.-B. [For the use of melamine resins in calcium sulphate flowcoats]. *16th International Building Materials Conference «Ibausil», 16th Internationale Baustofftagung «Ibausil», 2006, Weimar, Germany. Band 1, pp. 857–866.*
4. Vlad D., Zouaoui N., Kambia M., Plank J. [On the Interaction of Polycarboxylate Surfactants with Sulfate - Excited REA Anhydrite], *16th International Building Materials Conference «Ibausil», 16th Internationale Baustofftagung «Ibausil», 2006, Weimar, Germany. Band 1: pp. 759–766.*
5. Jakowlew G., Keriene J. [Fluoranhydrite compounds and materials for the flowing screed]. *14th Internationale Baustofftagung «Ibausil», 2000, Weimar, Germany. Band 2, pp. 871-879.*
6. Lushnikova E.S., Ruzina N.S., Gordina A.F., Polyanskikh I.S. *Kompozitsionnye materialy na osnove*

sulfatsoderzhashchikh otkhodov proizvodstva [Composite materials based on sulfate-containing waste] *Materialy II Bryanskogo mezhdunarodnogo innovatsionnogo foruma «Stroitel'stvo-2016»* [Proc. Materials of the II Bryansk international innovation forum "CONSTRUCTION-2016"]. Bryansk, 2016, pp. 75-78 (in Russ.).

7. Plechanova T.A., Keriene Ja., Gailius A., Yakovlev G.I. 2007. Structural, physical and mechanical properties of modified wood-magnesia composite. *Construction and Building Materials*. Vol. 21, Is. 9, pp. 1833-1838.

8. Wtorov B., Fischer H.-B., Stark J. [For the excitation of natural anhydrite]. *14th Internationale Baustofftagung «Ibausil»*, 2000, Weimar, Germany. Band 1, pp. 1069-1082

9. Grimme H. [Anhydrite binder species developed in central Germany. Cement-Lime-Gypsum]. 1962, Germany, no. 7.

10. Ottemann J. [On the results and problems of anhydrite research]. *Silikat-technik*. 1951, Germany, Band. 2, pp. 5-9.

11. Altmann H.-D. [The anhydrite materials. Floating Screeds Calcium Sulphate Binders]. *Estrich-Technik*, 1993, Germany, no. 12.

12. Wtorov B., Fischer H.-B. *Vliyanie aktivatorov tverdeniya na svoistva prirodnogo angidrita* [Effect of hardening activators on the properties of natural anhydrite]. *II Mezhdunarodnoe soveshchanie po khimii i tekhnologii tsementa* [II international meeting on cement chemistry and technology]. Moscow, 2000, Band 1, pp. 53-61 (in Russ.).

13. Wtorov B., Fischer H.-B. *Podbor i optimizatsiya sostava angidritovogo vyazhushchego*. [Selection and

optimization of anhydrite binder composition] *Modelirovanie i optimizatsiya v materialovedenii: Materialy k 40-mu mezhdunarodnomu seminaru po modelirovaniyu i optimizatsii kompozitov* [Modeling and optimization in materials science: Materials for the 40th international seminar on modeling and optimization of composites]. Odessa, 2001, pp. 66-67.

14. El Hajjouji A., Murat M.: [Interrelationship between pore structure and strength-bound gypsum plaster. Influence Of Chemical Additives]. *ZKG INTERNATIONAL* 42, 1989, no. 8, pp. 419-424.

15. Gordina A.F., Polyanskikh I.S., Yakovlev G.I., Mazitov M.O., Bekmansurov M.R., Balobanova Yu. A. *Kompleksnaya aktivatsiya ftorangidrita dobavkami na osnove mnogoslainich uglerodnich nanotrubok* [Complex activation of acid fluoride additives on the basis of multilayered carbon nanotubes]. *Intellektualniye sistemi v proizvodstve*, 2016, pp. 96-101 (in Russ.).

16. Yakovlev G.I., Tulegenova A.V., Pervushin G.N., Keriene J., Gordina A.F.,

Bazhenov K.A., Ali Elsayed Elrefaei. Multifunctional Admixture Used for Activating Fluoroanhydrite, 20th International Building Materials Conference «Ibausil», 12-14 September, 2018, Weimar, Germany. Band 2, pp. 559-568.

17. *Neitralizovannyi otkhod proizvodstva ftoristogo vodoroda (ftorangidrit)*. [Neutralized waste production of hydrogen fluoride (fluoroanhydrite)]. *Tekhnicheskie usloviya* [Technical conditions] 5744-132-05807960-98.

18. *Ftorangidrit. Sertifikat kachestva* [Fluoroanhydrite. Quality certificate]. No. 921/2/124398. HaloPolymer Company, Perm, 2017 (in Russ.).

Constructional and Thermal Insulation Material Based on High-strength Anhydrite Binder

G. I. Yakovlev, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU

G. N. Pervushin, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU

V. P. Grakhov, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU

D. A. Kalabina, Senior Lecturer, Post-graduate, Kalashnikov ISTU

A. F. Gordina, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU

Yu. N. Ginchitskaya, Assistant, Post-graduate, Kalashnikov ISTU

K. A. Bazhenov, Master's Degree Student, Kalashnikov ISTU

V. V. Troshkova, Master's Degree Student, Kalashnikov ISTU

R. Drokhitka, DSc in Engineering, Professor, Brno University of Technology

V. G. Khozin, DSc in Engineering, Professor, Kazan State University of Architecture and Engineering

Physicomaterial properties of a structurally insulating composition based on a high-strength anhydrite binder prepared on the basis of fluoroanhydrite, a waste of hydrofluoric acid production, and expanded perlite sand are investigated. To activate the structure formation of anhydrite binder, a 3% aqueous solution of sodium phosphate Na_3PO_4 was used. Expanded perlite sand was used as an ultralight aggregate in the composition. Microstructure studies and X-ray microanalysis showed the presence of physicochemical interaction between calcium sulfate dihydrate and particles of expanded perlite sand, which increase the physical and mechanical characteristics of the developed material due to the formation of a dense structure that occurs as a result of the formation of neoplasms in the interfacial zone at the border of the anhydrite binder and particles expanded perlite sand, which is confirmed by the results of the infrared spectroscopy. The consolidation of the anhydrite binder structure by nano-dispersed structures formed in the intergranular pores of the anhydrite binder is also noted. The developed composition can serve as a cheap substitute for gypsum in the production of warm plaster, gypsum plasterboard, tongue-and-groove slabs, wall blocks, making architectural details by molding into molds, as well as performing thermal insulation of walls during frame construction, including for filling the well laying.

Keywords: fluoroanhydrite, activator, sodium phosphate, expanded perlite, microstructure, nano-dispersed structure.