

DOI: 10.12737/article_5b6d586da74f79.11389696

Глаголев Е.С., канд. техн. наук, доц.,
Воронов В.В., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

КОМПОЗИЦИОННОЕ ВЯЖУЩЕЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПОКОВИДНОГО МЕРГЕЛЯ И ПЕНОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ МОНОЛИТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

В последние годы наряду с изделиями из штучного пенобетона приобрел широкую известность монолитный пенобетон. Свойства, которыми обладает монолитный пенобетон обеспечивает зданиям и сооружениям необходимую огнестойкость, негорючесть, прочность, способность сохранять тепло, морозостойкость значительно позволили расширить его использование в таких сферах, как: перекрытие чердачных конструкций; теплоизоляция трубопроводов и других сооружений; каркасное домостроение; монолитные пенобетонные стяжки полов; дорожное строительство; строительство малоэтажных домов; стяжки перекрытий; звукоизоляция стены и пола и проч. Особую положительную значимость монолитный пенобетон получил в условиях строительства Сибири, Крайнего Севера и Дальнего Востока. Проведенные исследования показали высокую эффективность использования пенобетона, полученного на основе сухих пенобетонных смесей, приготовленных на основе композиционных вяжущих с использованием опоковидного мергеля.

Ключевые слова: пенобетон, сухая пенобетонная смесь, композиционное вяжущее, опоковидный мергель, физико-механические и теплотехнические свойства.

Введение. В соответствии с современными требованиями по тепловой защите зданий и сооружений необходимо создать эффективный теплозащитный материал с высокими технологическими, физико-механическими и эксплуатационными свойствами. Особое внимание к этой проблеме уделяется при строительстве в условиях Сибири и Крайнего Севера. Кроме создания самого теплоизоляционного материала важно решение проблемы разработки наиболее эффективной технологии укладки материала с целью обеспечения требуемой теплозащиты строительного объекта и создание комфортной среды проживания человеку.

Выполнение этих требований входит в комплекс мер по энергосбережению и предполагает широкомасштабное производство высокоэффективных и экологически чистых теплоизоляционных стеновых материалов [1].

Реализация теоретических положений и системный подход к решению проблем, сформулированных в рамках геоники, являются методологической основой для создания эффективных строительных композитов. Разработка новых инновационных композиционных материалов для ограждающих конструкций зданий и сооружений, обладающих улучшенными теплотехническими параметрами, должны соответствовать повышенным требованиям к сопротивлению теплопередаче, что позволит сократить потери тепла и снизить потребление энергоресурсов [2–13].

Методология. Методология базируется на обобщении, эксперименте, сравнении, методах

математического и компьютерного моделирования. При проведении и обработке исследований соблюдались требования нормативных документов.

Композиционное вяжущее с использованием опоковидного мергеля для сухих пенобетонных смесей для монолитного строительства было получено в результате совместного помола портландцемента, опоковидного мергеля и суперпластификатора.

Основная часть. Обладая рядом преимуществ, пенобетон является экологически чистым материалом, так как в своем составе не содержит химически вредных веществ, стены из пенобетона легко обрабатываются и не требуют особых отделок, устойчиво к влаге, звукопоглощение зданий и сооружений соответствует требованиям действующих нормативных документов. Дома из монолитного пенобетона занимают второе место после деревянных, которые считаются эталоном экологичности.

Наряду с достоинствами монолитный пенобетон имеет следующие недостатки: ограничивается толщина заливаемого слоя; на качество материала влияет соблюдение пропорций приготовления бетонного раствора; поверхность после застывания нуждается в защите дополнительным слоем; технология приготовления раствора требует специальной техники с дозаторами, чтобы не допустить отклонений в пропорциях ингредиентов; пенобетонные плиты нуждаются в несущих каркасах из-за низкой плотности материала.

В настоящее время технология монолитного строительства является прогрессивной технологией и имеет следующие преимущества (рис 1):



Рис. 1. Преимущества технологии возведения монолитных зданий

Использование метода монолитного строительства дает возможность создавать различные архитектурные решения строительным объектам на незначительных площадях, что отвечает требованиям застройки освоенных территорий. Монолитное строительство характеризуется высокими показателями, прежде всего быстрыми сроками возведения зданий, реализации прогрессивных архитектурно – технических решений зданий и сооружений, а также возможностью создания конструкций разнообразных форм и размеров при отсутствии швов, что предотвращает наличие мостиков холода [14–17]. Монолитные конструкции характеризуются более высокой прочностью в сравнении с кирпичными и блочными и требуют меньших затрат строительных материалов. При монолитном строительстве весь подготовительный производственный цикл приготовления пенобетонной смеси переносится непосредственно на строительную площадку. Доставка и использование сухих пенобетонных смесей непосредственно на строительном объекте весьма эффективны, а в условиях Крайнего Севера эффективность их возрастает во много раз.

В связи с поставленной целью было исследовано влияние композиционных вяжущих, приготовленных с использованием опоковидного мергеля в составах сухих пенобетонных смесей, предназначенных для монолитного строительства

Прочность бетонов определяется его структурой, то есть числом контактов гидратных новообразований, степенью их закристаллизованности, морфологией и прочностью. Коренное изменение структуры бетонов на основе композиционных вяжущих с использованием опоковидного мергеля обеспечивает рост прочности образцов во времени подобно портландцементным при твердении не только на воздухе, но и в воде.

Особенности использования пенобетонов на основе композиционных вяжущих с применением опоковидного мергеля (в сравнении с пенобетонами на портландцементе) определяются следующими технологическими факторами: количеством и видом портландцемента и активных минеральных добавок в составе многокомпонентных вяжущих, которые изменяют плотность композиционных и при получении равнопрочных пенобетонов на их основе увеличивают абсолютный объем пасты в единице объема бетона примерно на 6–12 %.

Проектирование состава пенобетонов на основе композиционных вяжущих с использованием опоковидного мергеля, близких по структуре и свойствам к обычным бетонам, выполняли по методикам, принятым для пенобетонов на портландцементе, с учетом особенностей композиционного вяжущего: скорости схватывания и твердения, активности и водопотребности смеси.

Использование модифицирующих добавок определенного типа и в оптимальном количестве позволяет направленно регулировать процессы структурообразования и получать пенобетоны с требуемыми свойствами. В настоящей работе подобраны составы пенобетонов, приготовленных на основе композиционных вяжущих с использованием опоковидного мергеля и суперпластификатора SikaPlast 2135 (0,3–0,5 % от массы вяжущего) и исследованы их свойства – водопотребность, подвижность, предел прочности на сжатие в различные сроки твердения (табл. 1).

Важным эксплуатационным свойством пенобетонов является морозостойкость пенобетона. Исходя из теории механизма морозного разрушения, морозостойкость пенобетона определяется структурой цементного камня и характером порового пространства. Испытания пенобетона на морозостойкость проводили на кубах

100×100×100 мм по методу попеременного замораживания и оттаивания образцов в лабораторной морозильной камере при температуре -18 °С±2. Результаты испытаний пенобетона на морозостойкость представлены в таблице 2.

Из полученных результатов видно, что на показатели морозостойкости влияние оказывает суперпластификатор SikaPlast 2135. Увеличение морозостойкости пенобетонов с добавкой СП SikaPlast 2135 – 0,3 % при сокращении водопотребности (в 1,8 раз), можно объяснить уплотнением структуры цементного камня, а также уменьшением капиллярной пористости. Таким образом, введение суперпластификатора SikaPlast 2135 в количестве 0,3–0,5 % от массы композиционного вяжущего, с использованием опоковидного мергеля позволило снизить водопотребность, в 2 раза повысить прочность бетона через 1 сутки и в 1,7 раз – в возрасте 28 суток, повысить водостойкость ($K_p=0,7$), морозостойкость (до F50) и получить пенобетон для монолитного строительства классов по прочности на сжатие В15.

Таблица 1

Влияние водовяжущего отношения композиционных вяжущих с использованием опоковидного мергеля на их свойства

№ п/п	В/В _{вяж}	Расп-пльв, м	R _{сж} , МПа, сутки		
			7	14	28
1	0,50	0,145	1,41	1,80	2,15
2	0,52	0,155	1,31	1,67	2,01
3	0,54	0,164	1,27	1,48	1,93
4	0,56	0,172	1,19	1,57	1,82
5	0,58	0,176	1,05	1,41	1,73
6	0,54	0,115	1,00	1,49	1,62
7	0,56	0,120	1,05	1,30	1,49
8	0,57	0,130	0,97	1,26	1,41
9	0,60	0,140	0,91	1,23	1,37
10	0,63	0,153	0,87	1,19	1,29
11	0,75	0,165	0,8	1,08	1,16
12	0,79	0,176	0,75	0,97	1,01
13	0,83	0,180	0,69	0,91	1,04
14	0,86	0,195	0,63	0,85	1,02
15	0,90	0,200	0,54	0,80	0,82

Таблица 2

Влияние СП SikaPlast 2135 на свойства пенобетонов

№ п/п	В/В	SikaPlast 2135, %	Распльв, м	Прочность на сжатие МПа, на 28сутки	Средняя плотность, (28 сут), кг/м ³	K _p	F, кол-во циклов
1	0,56	-	0,120	1,42	526	0,64	15
2	0,31	0,3	0,150	2,79	483	0,70	20
3	0,31	0,5	0,180	2,53	530	0,68	25

В работе определены реологические характеристики пенобетонных смесей при содержании опоковидного мергеля в смеси 10 % (рис. 2).

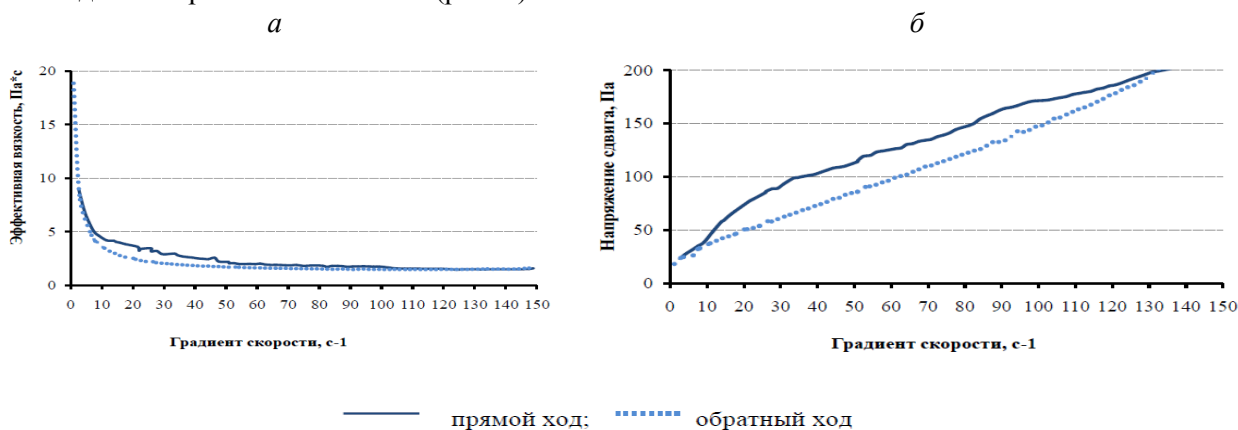


Рис. 2. Реограммы пенобетонной смеси с СП SikaPlast 2135 0,5 %, с содержанием опоковидного мергеля в смеси 10 %

a – зависимость эффективной вязкости от градиента скорости сдвига; *б* – зависимость напряжения сдвига от градиента скорости сдвига

В результате проведенных испытаний было установлено, что увеличение дозировки супер-

пластификатора SikaPlast 2135 до 0,5 % не снижает предел текучести до нуля. Он сохраняется на уровне 22,85 Па. Реограммы имеют характер,

свойственный тиксотропным вязко-пластичным телам. Для улучшения структурно-механических свойств пенобетонов на основе композиционных вяжущих с использованием опоковидного мергеля необходимо увеличить дозировки суперпластификатора SikaPlast 2135.

Физико-механические свойства образцов пенобетонов на основе композиционных вяжущих

с использованием опоковидного мергеля свидетельствуют о стабильности сформированной структуры, что подтверждается поэлементным химическим анализом стенок пор (табл. 3), и электронной микроскопией (рис. 3), проведенным на растровом электронном микроскопе TeckanMIRA 3.

Таблица 3

Состав продуктов гидратации в точках микрондирования

Название спектра	Содержание элементов, масс % в точках микрондирования										
	C	O	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Ti	Fe
Спектр 1	6.52	50.94				41.85			0.68		
Спектр 2	6.30	40.02		1.17	6.79	13.65	1.43	1.20	4.95	0.72	23.74
Спектр 3	6.85	32.65			0.33	2.56	0.92		4.25	0.72	23.74
Спектр 4	6.20	53.76			0.28	0.86	16.34		22.22		0.35
Спектр 5	4.07	52.38					18.05		25.49		
Спектр 6	5.54	62.10					14.67		17.69		
Спектр 7	5.25	47.45	0.42	1.36	9.47	24.12	0.22	2.14	2.23	0.46	6.87
Спектр 8	9.39	51.86				2.41	13.77		22.57		
Спектр 9	7.93	50.58		0.82	5.86	15.75	1,83	0.87	7.95	0.71	7.70
Спектр 10	12.23	50.30	0.22	0.19	1.91	5.02	0.48	0.35	28.51		0.78
Спектр 11	5.73	52.91	0.30	0.77	7.03	25.09	0.91	1.00	3.36	0.23	2.66
Спектр 12	4.38	54.85	0.23	0.45	4.51	32.69		0.94	0.54		1.41
Спектр 13	7.96	53.02	0.20	0.59	3.69	10.06	1.86	0.67	19.88		2.06
Спектр 14	11.25	54.57	0.24		1.33	4.75	0.74	0.32	26.40		0.40
Спектр 15	8.76	51.50	0.46	0.88	9.30	20.09		1.80	2.42		4.79
Спектр 16	12.50	50.71	0.22	0.35	2.73	5.13	0.18	0.42	26.64		1.13
Спектр 17	6.74	58.80				32.74	0.45		0.87		0.40
Спектр 18	6.73	40.84		0.89	4.40	9.93	0.38	0.40	1.38		35.06
Спектр 19	6.91	50.58	0.44	1.16	9.54	18.78	1.42	1.77	4.19	0.23	4.98
Спектр 20	6.84	49.03	0.35	0.99	6.53	17.43	1.08	1.15	11.38	0.33	4.89
Спектр 21	10.74	51.10	0.43	0.88	7.63	20.57	0.21	1.41	2.72	0.30	3.99
Спектр 22	16.95	52.36	0.19	0.17	1.75	3.80	0.28	0.33	23.41		0.76
Спектр 23	9.47	52.91	0.42	1.27	9.68	16.70	0.21	1.54	2.15	0.78	4.85
Спектр 24	10.82	55.47		0.18	0.34	12.25	4.11		16.22		0.62
Спектр 25	5.46	56.28				0.26	16.87		21.12		
Спектр 26	4.40	52.38				0.20	18.81		24.21		
Спектр 27	7.14	52.63		0.52	2.69	32.45		0.44	1.57		2.56
Спектр 28	3.31	48.19		1.64	11.45	25.63		2.92	1.19		5.65
Спектр 29	10.57	48.88				7.74	12.43		20.37		
Спектр 30	14.53	56.02				6.79	3.66		19.00		

Таким образом, на основе разработанного композиционного вяжущего подобраны составы эффективных пенобетонов класса по прочности на сжатие в возрасте 28 сут – В5–В12,5, с Кр=0,70 и морозостойкостью F35–F50.

Результаты физико-механических показателей пенобетонов, приготовленных с использованием композиционного вяжущего приведены в таблице 4.

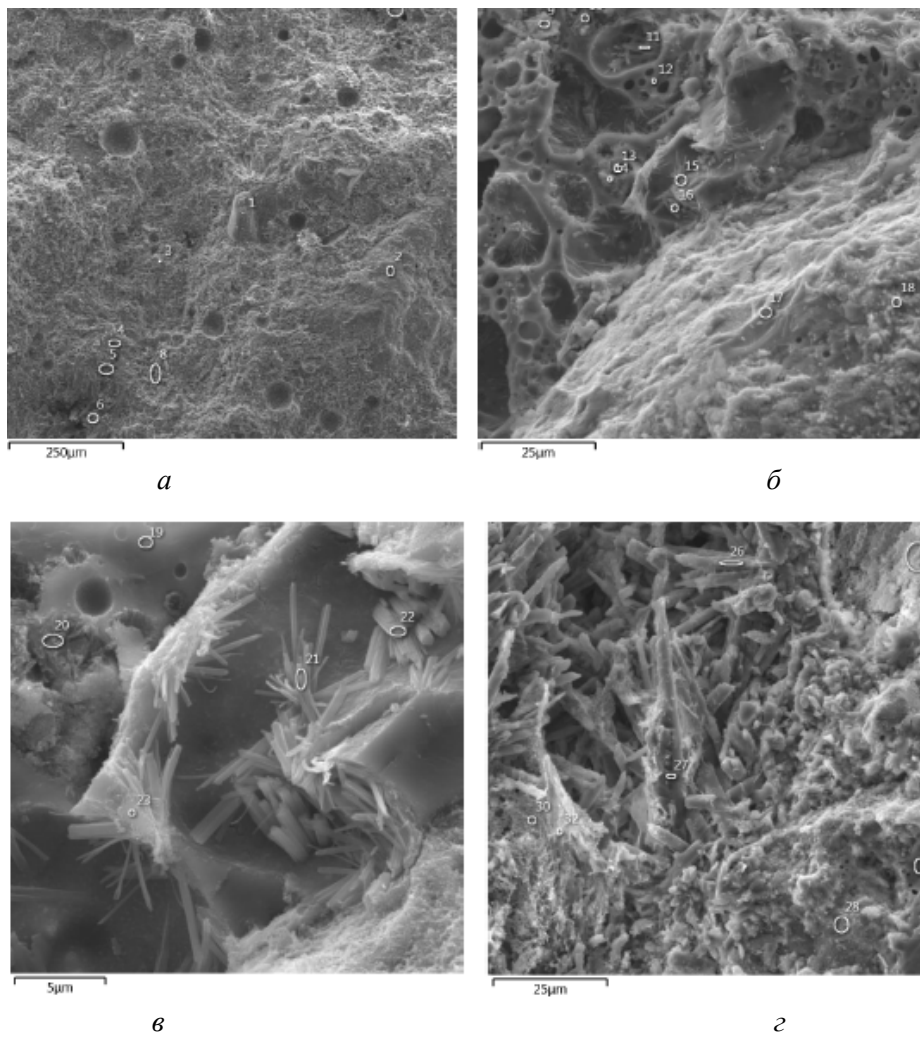


Рис. 3. Микроструктура образца пенобетона на основе композиционных вяжущих с использованием опоковидного мергеля, подвергшемся атмосферным воздействиям на открытом стенде в течение 3 лет:
 а) спектры 1–8; б) спектры 9–18; в) спектры 19–23; г) спектры 25–32

Таблица 4

Физико-механические свойства пенобетонов, приготовленных на основе композиционных вяжущих с использованием опоковидного мергеля

Функциональное назначение	Наименование показателей и ед. измерения							
	Марка бетона по средней плотности	Класс бетона по прочности (В)	Средняя прочность бетона	Коэффициент теплопроводности Вт/м·°С	Морозостойкость	Коэффициент паропроницаемости, мг/м.ч. Па	Усадка, %	Водопоглощение, %
На белгородском цементе								
Теплоизоляционный	D400	B0,75	1,06	0,10	не норм.	0,23	не норм.	не норм.
	D500	B1	1,42	0,12	не норм.	0,20	не норм.	не норм.
Конструктивно-теплоизоляционный	D600	B2	2,84	0,14	F15- F35	0,17	0,03	8,5
	D700	B2	2,84	0,18	F15- F50	0,15	0,03	8,5
	D800	B3,5	4,5	0,21	F15- F75	0,14	0,03	8,5
на основе композиционных вяжущих с использованием опоковидного мергеля								
Теплоизоляционный	D400	B1	1,48	0,085	F15	0,22	нет	не норм.
	D500	B2	2,79	0,097	F25	0,19	нет	не норм.
Конструктивно-теплоизоляционный	D600	B2,5	3,25	0,11	F35	0,16	нет	7,6
	D700	B3,5	4,73	0,14	F35	0,13	0,02	7,3
	D800	B3,5	5,85	0,16	F50	0,12	0,02	6,9

Таким образом, с учетом вышеизложенного, выявлены и обоснованы закономерности, позволяющие проектировать пенобетоны на основе композиционных вяжущих с использованием опоковидного мергеля. Установлено влияние опоковидного мергеля в составе композиционного вяжущего в управлении процессами структурообразования композита.

Использование композиционных вяжущих в составах пенобетонных смесей для производства стеновых камней и блоков позволяет получить композиты с направленным структурообразованием, со структурой, позволяющей получить изделия с высокой прочностью, надежностью, долговечностью, что позволяет рекомендовать их для использования в монолитном строительстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 2302–2003. Тепловая защита зданий. Нормы проектирования. М.: ГУПЦПП, 2003. 31 с.
2. Лесовик В.С. Геоника (геомиметика). Примеры реализации в строительном материаловедении: монография (2-е изд.). Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. 287 с.
3. Лесовик В.С. Геоника (геомиметика) как трансдисциплинарное направление исследований // Высшее образование в России. 2014. № 3. С. 77–83.
4. Петрянина Л.Н., Викторова О.Л., Карпова О.В. Ограждающие конструкции зданий. Стены и покрытия: Учебное пособие под ред. А.П. Михеева. М.: Изд-во АСВ, 2008. 200 с.
5. Сумской Д.А., Золотых С.В., Канева Е.В. Получение вяжущих композиций для теплоизоляционных растворов в вихревой струйной мельнице // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. №2. С. 25–35.
6. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Воронов В.В., Чулкова И.Л., Куприна А.А., Павленко О.А. Особенности твердения строительных растворов на основе сухих смесей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 10. С. 32–36.
7. Сумской Д.А., Загороднюк Л.Х., Павленко О.А., Дмитриев Ю.А. К вопросу создания эффективных теплоизоляционных строительных материалов // Материалы Первой Международной online конференции к 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, члена-корреспондента РААСН, доктора технических наук Лесовика В.С. 2016. Т.3. С. 125–133.
8. Zagorodnyuk L.H, Kuprina A.A., Elistratkin M.Y. Anisotropy of materials properties of natural and man-triggered origin // Research Journal of Applied Sciences. 2014. Vol. 9(11). Pp. 816–819.
9. Shapovalov N.A., Zagorodnyuk L.H., Shchekina A.Y. Enriched waste products of neon-ferrous oxidised quartzites- a mineral cement mixtures storage / accumulator // World Applied Sciences Journal. 2013. 25(3). Pp. 529–535.
10. Lesovik V.S., Zagorodnyuk L.H., Andrey V.S., Denis A.B., Anna A.K. Creating effective insulation solutions, taking into account the law of affinity structures in construction materials // World Applied Sciences Journal. 2013. Vol. 24(11). Pp. 1496–1502.
11. Lesovik V.S., Zagorodnyuk, L.H, Chulkova I.L., Volodchenko A.A., Popov D.Y. The Role of the Law of Affinity Structures in the Construction Material Science by Performance of the Restoration Works // Research Journal of Applied Sciences, 2014. Vol. 9 (12). Pp. 1100–1105.
12. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Чулкова И.Л. Закон сродства структур в материаловедении // Фундаментальные исследования. 2014. № 3. Ч.2. С. 267–271.
13. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Беликов Д.А., Щекина А.Ю., Куприна А.А. Эффективные сухие смеси для ремонтных и восстановительных работ // Строительные материалы, 2014. №7. С. 82–85.
14. Сахаров Г.П., Скориков Е.П. Неавтоклавный энергоэффективный поробетон естественного твердения // Известия вузов. Строительство. 2005. № 7. С. 49–54.
15. Lagoaz A., Szymanski P., Walczak P. Influence of the fly ash propepti of autoclaved aeated concrete // 5 International Conference on Autoclaved Aerated Concrete “Securing a sustainable future” to be held at Bydgoszcz to celebrate 60 years of AAC experience in Poland. 14–17 September, 2011. University of Technology and Life Sciences.
16. Гусев Б.В., Куликов В.Г. Обоснование строения внутреннего капиллярно-порового пространства пенокомпозитов структурой пены ПАВ // Строительные материалы. 2009. № 8. С. 21.
17. Моргун В.Н. Влияние формы компонентов на интенсивность межчастичных взаимодействий в пенобетонных смесях // Строительные материалы. 2007. № 4. С. 29–31.

Информация об авторах

Глаголев Евгений Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры строительства и городского хозяйства.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Воронов Василий Васильевич, аспирант кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций.
E-mail: naukavs@mail.ru
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в мае 2018 г.

© Глаголев Е.С., Воронов В.В., 2018

E.S. Glagolev, V.V. Voronov

**COMPOSITE BONDING WITH THE USE OF THE OVERCAPE MERGEL
AND FOAM CONCRETE MIXTURES FOR MONOLITHIC CONSTRUCTION**

In recent years, along with products from piece foam monolithic foam concrete has become widely known. Properties that have a monolithic foam concrete provides the buildings and structures with the necessary fire resistance, incombustibility, strength, ability to preserve heat, frost resistance significantly allowed to expand its use in such areas as: overlapping attic structures; heat insulation of pipelines and other structures; frame house building; monolithic foam concrete screeds; road construction; construction of low-rise buildings; floor screeds; soundproofing of walls and floors and so on. The monolithic foam concrete received special positive significance in the conditions of the construction of Siberia, the Far North and the Far East. The carried out researches have shown high efficiency of use of foam concrete, received on the basis of dry foam-concrete mixes, prepared on the basis of composite astringents using molding viewed marl.

Keywords: *foam concrete, dry foam-concrete mixture, composite astringent, molding viewed marl, physical-mechanical and thermo-technical properties.*

REFERENCES

1. SNiP 2302-2003. Thermal protection of buildings. Design standards. Moscow: GUPCUP, 2003, 31 p.
2. Lesovik V.S. Geonics (geomimetics). Examples of implementation in building materials science: monograph (2 nd ed.). Belgorod: Publishing house of BSTU, 2016, 287 p.
3. Lesovik V.S. Geonics (geomimetics) as a transdisciplinary research area. Higher education in Russia, 2014, no. 3, pp. 77–83.
4. Petryanina L.N., Viktorova O.L., Karpova O.V. Building fencing structures. Walls and covers: Textbook ed. A.P. Mikheyev. Moscow: Publishing House of the DIA, 2008, 200 p.
5. Sumskaya D.A., Zolotykh S.V., Kaneva E.V. Obtaining knitting compositions for heat-insulating solutions in a vortex jet mill. Bulletin of BSTU V.G. Shukhov, 2017, no. 2, pp. 25–35.
6. Zagorodnyuk L.X., Lesovik V.S., Voronov V.V., Chulkova I.L., Kuprina A.A., Pavlenko O.A. Features of hardening mortars on the basis of dry mixtures. Bulletin of BSTU. V.G. Shukhov, 2016, no. 10, pp. 32–36.
7. Sumskaya D.A., Zagorodnyuk L.Kh., Pavlenko O.A., Dmitriev Yu.A. To the issue of creating effective heat-insulating building materials. Proceedings of the First International on-line conference dedicated to the 70th anniversary of Honored Scientist of the Russian Federation, Corresponding Member of RAASN, Doctor of Technical Sciences Lesovik V.S., 2016, vol. 3, pp. 125–133.

8. Zagorodnyuk L.H., Kuprina A.A., Elistratkin M.Y. Anisotropy of materials properties of natural and man-triggered origin. Research Journal of Applied Sciences, 2014, vol. 9 (11), pp. 816–819.

9. Shapovalov N.A., Zagorodnyuk L.H., Shchekina A.Y. Enriched waste products of non-ferrous oxidized quartzites-a mineral cement mixtures storage / accumulator. World Applied Sciences Journal, 2013, vol. 25 (3), pp. 529–535.

10. Lesovik V.S., Zagorodnyuk, L.H. Andrey, V.S., Denis, A.B., Anna, A.K. Creating effective isolation solutions, taking into account the law of affinity structures in construction materials. World Applied Sciences Journal, 2013, vol. 24 (11), pp. 1496–1502.

11. Lesovik V.S., Zagorodnyuk, L.H., Chulkova I.L., Volodchenko A.A., Popov D.Y. The Role of the Law of Affinity Structures in the Construction Material Science by Performance of the Restoration Works, Journal of Applied Sciences, 2014, vol. 9 (12), pp. 1100–1105.

12. Lesovik V.S., Zagorodnyuk L.Kh., Chulkova I.L. Law of the affinity of structures in materials science. Fundamental Research, 2014, no. 3, part 2, pp. 267–271.

13. Lesovik V.S., Zagorodnyuk L.Kh., Belikov D.A., Shchekina A.Yu., Kuprin A.A. Effective dry mixes for repair and restoration works. Building Materials, 2014, no. 7, pp. 82–85.

14. Sakharov G.P. Non-autoclave energy-efficient concrete of natural hardening. Izvestiya Vuzov. Building, 2005, no. 7, pp. 49–54.

15. Lagoaz A., Szymanski P., P. Walczak Influence of the phytomedicine of autoclaved azeated concrete. 5 International Conference on Autoclaved Aerated Concrete "Securing a sustainable future" to Bydgoszcz to celebrate 60 years of AAC experience in Poland. 14-17 September, 2011. University of Technology and Life Sciences.

16. Gusev B.V., Kulikov V.G. Substantiation of the structure of the internal capillary-pore space of foam composites by the structure of SAW foam. *Stroitel'nye materialy*, 2009, no. 8, pp. 21.

17. Morgun, V.N. Influence of the shape of the components on the intensity of interparticle interactions in foam concrete mixes. *Stroitel'nye materialy*, 2007, no. 4, pp. 29–31.

Information about the author

Evgeniy S. Glagolev, PhD, Assistant Professor.
Belgorod State Technological University. V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, ul. Kostyukova Str. 46.

Vasiliy V. Voronov, Postgraduate student.
E-mail: naukavs@mail.ru
Belgorod State Technological University. V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, ul. Kostyukova Str. 46.

Received in March 2018

Для цитирования:

Глаголев Е.С., Воронов В.В. Композиционное вяжущее с использованием опоковидного мергеля и пенобетонных смесей для монолитного строительства // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. №8. С. 109–116. DOI: 10.12737/article_5b6d586da74f79.11389696

For citation:

Glagolev E.S., Voronov V.V. Composite bonding with the use of the overcape mergel and foam concrete mixtures for monolithic construction. *Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov*, 2018, no. 8, pp. 109–116. DOI: 10.12737/article_5b6d586da74f79.11389696