

Для цитирования: Омаров А.О., Оцоков К.А. Влияние гранулометрии барханных песков на свойства ремонтных модифицированных составов. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2018;45 (3):221-230. DOI:10.21822/2073-6185-2018-45-3-221-230

For citation: Omarov A.O., Otsokov K.A. Reduction of employment of formula working by using local fillers and waste of production. Herald of Daghestan State Technical University. Technical Sciences. 2018; 45 (3):221-230. (In Russ.) DOI:10.21822/2073-6185-2018-45-3-221-230

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

УДК 693.5+691.3

DOI:10.21822/2073-6185-2018-45-3-221-230

СНИЖЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ОПАЛУБОЧНЫХ РАБОТ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕСТНЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ И ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

Омаров А.О.², Оцоков К.А.¹

¹Национальный исследовательский

Московский государственный строительный университет,

¹129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, Россия,

²Дагестанский государственный технический университет,

²367026 г. Махачкала, пр. И. Шамиля 70, Россия,

¹e-mail: kamil24@mail.ru, ²e-mail: o.arif@mail.ru

Резюме. Целью настоящего исследования является изучение повышения оборачиваемости опалубки и снижение трудоемкости опалубочных работ для монолитного пенобетона регулированием его свойств за счет оптимального использования местных заполнителей Республики Дагестан и отходов производства. В частности, использовались при проведении экспериментальных работ цемент марки М500, кремнеземистый заполнитель - кварцевый песок месторождения в Кумторкалинском районе Республики Дагестан с низким модулем крупности, различные синтетические пенообразователи, перлитовый песок, молотый керамзитовый песок (г.Кизилюрт, РД), отсеб камнедробления (г.Кизилюрт). **Метод.** Использовался способ, при котором в пеногенераторе готовилась пена, затем готовился раствор из цемента, заполнителя и воды. Затем пена смешивалась с раствором в пенобетоносмесителе до набора соответствующей кратности. Кратность определялась, как отношение объема раствора пенобетонной смеси после перемешивания к объему раствора до перемешивания. При проведении исследований определялось водоцементное отношение при использовании трех видов заполнителя (керамзитовый песок, кварцевый песок месторождения в Кумторкалинском районе и перлитовый песок). **Результат.** Результаты исследований показали, что при увеличении водоцементного отношения при использовании трех видов заполнителя (керамзитовый песок, кварцевый песок месторождения в Кумторкалинском районе и перлитовый песок) возрастает показатель текучести пенобетонной смеси. **Вывод.** При одинаковых значениях водоцементного отношения смесь с заполнителем из перлитового песка имеет наименьшую текучесть, которая в свою очередь оказывает влияние на дальнейшее структурообразование пенобетона и позволяет подбирать оптимальный состав с заданными свойствами. Доказана возможность повышения оборачиваемости опалубки и снижение трудоемкости опалубочных работ для монолитного пенобетона регулированием его свойств за счет оптимального использования местных заполнителей и отходов производства.

Ключевые слова: водоцементное отношение, показатель текучести, пенобетонная смесь, трудоемкость, опалубочные работы, кратность, перлитовый песок, молотый керамзитовый песок

TECHNICAL SCIENCE
BUILDING AND ARCHITECTURE
REDUCTION OF EMPLOYMENT OF FORMWORK BY USING LOCAL FILLERS AND WASTE OF PRODUCTION

Arif O.Omarov², Kamil A.Otsokov¹

¹National research Moscow State University of Civil Engineering,

¹26 Yaroslavskoe shosse, Moscow 1129337, Russia,

²Daghestan State Technical University,

²70 I. Shamilya Ave., Makhachkala 367026, Russia,

¹e-mail: kamil24@mail.ru, ²e-mail: o.arif@mail.ru

Abstract Objectives. The purpose of this study is to study the increase in turnover of formwork and reduce the complexity of formwork for monolithic foam concrete by regulating its properties through the optimal use of local aggregates of the Republic of Daghestan and industrial waste. In particular, the experimental work used cement grade M500, silica filler - deposits of quartz sand in Kumtorkala district of the Republic of Daghestan with a low module of size, various synthetic foaming agents, perlite sand, ground expanded clay sand (Kizilyurt, Republic of Daghestan), stone crushing roar (Kizilyurt). **Method.** In the production of foam concrete, a method was used in which foam was prepared in the foam generator, then a solution of cement, filler and water was prepared. Then the foam is mixed with a solution in a foam mixer until a set of appropriate multiplicity. (Multiplicity in this case was defined as the ratio of the volume of the foam concrete mixing solution after mixing to the volume of the solution before mixing). During the study, the water-cement ratio was determined using three types of aggregates (expanded clay sand, quartz sand deposits Kumtorkala district and perlite sand). The turnover rate of the concrete mixture was determined using the Attard viscometer. **Result.** The results of studies have shown that with an increase in the water-cement ratio using three types of aggregates (expanded clay sand, quartz sand deposits Kumtorkala district and perlite sand) will increase the flow rate of the foam concrete mixture. **Conclusion.** At the same values of the water-cement ratio, the mixture with a filler of perlite sand has the lowest fluidity, which in turn affects the further structure formation of foam concrete and allows you to choose the optimal composition with the desired properties. The possibility of increasing the turnover of artwork and reducing the complexity of artwork work for monolithic foam concrete by regulating its properties due to the optimal use of local aggregates of the Republic of Daghestan and industrial waste.

Keywords: water-cement ratio, flow index, foam concrete mixture, complexity, formwork, multiplicity, perlite sand, ground expanded clay sand

Введение. В настоящее время повышение оборачиваемости опалубок и снижение трудоемкости опалубочных работ является одним из путей повышения эффективности монолитного строительства. В сегодняшних сложных экономических условиях, повышение требований к энергосбережению зданий приобретает особую актуальность. Кроме того, в связи с ростом цен на энергоносители и теплоносители возникает необходимость использования энергосберегающих технологий в производстве строительных материалов. Учитывая значительные энергозатраты для обогрева помещений, остро встает вопрос о применении в качестве ограждающих конструкций эффективных теплоизоляционных и относительно дешевых строительных материалов.

Одним из таких материалов является неавтоклавный пенобетон [1]. Ограждающие конструкции из неавтоклавного пенобетона обладают высокими показателями теплоизоляции [2]. С учетом современных нормативных требований к ограждающим конструкциям зданий, применение традиционных распространенных стеновых материалов в некоторых случаях становится менее эффективно для создания эффективной теплоизоляции.

В этой связи интерес представляют пенобетоны, получаемые на различных видах вяжущих

щих и местных заполнителях Республики Дагестан, отходов производства различных предприятий. Использование данного материала при строительстве различных объектов приводит к снижению себестоимости, повышению уровня доступности жилья [2].

В настоящее время нашли широкое применение в качестве теплоизоляционных материалов минеральная вата, полимерные пенопласты, в тоже время полимерные пенопласты имеют недостаточную долговечность [7]. Керамзитовый заполнитель имеет насыпную плотностью более 500 кг/м^3 , а для получения эффективных стен, это значение не должно превышать $250\text{-}300 \text{ кг/м}^3$ [7]. Неавтоклавный пенобетон обладает хорошими теплофизическими свойствами, простой технологией производства и сравнительно низкими производственными затратами. К недостаткам можно отнести высокие усадочные деформации, что снижает прочность и морозостойкость, повышает теплопроводность и водопоглощение [7].

Пенобетон является материалом, который возможно производить прямо на стройплощадке, что исключает необходимость транспортировки и снижает цену [25]. При этом сегодня остаются актуальными вопросы повышения эффективности и качества пенобетона. Одним из путей повышения эффективности и качества, снижения затрат при производстве является применение местного сырья и отходов производства предприятий, а также изучение реологических характеристик [5]. Пенобетоны по некоторым свойствам превосходят распространенные в республике материалы аналогичного назначения [9].

Низкая плотность и легкость пенобетона позволяет сократить время транспортировки. Использование наименее энергозатратной безавтоклавной технологии позволяет производить пенобетон как в стационарных условиях, так и непосредственно на строительной площадке, что позволяет исключить затраты на бой, разгрузку-погрузку и транспортировку [26]. Диапазон использования монолитного пенобетона обширен, что делает его прекрасным материалом для строительства зданий и сооружений, где необходима быстрая скорость возведения [26,27].

В частности, монолитный пенобетон применим для утепления наружных стен [26]. В связи с повышением требований к термическому сопротивлению ограждающих конструкций требуемая толщина стен, строящихся и реконструируемых из легких бетонов на традиционных заполнителях увеличена [28]. В связи с этим в настоящее время особая роль отводится пенобетону как эффективному материалу для ограждающих конструкций. Именно поэтому, изготовление различных монолитных конструкций из пенобетона сегодня становится актуальным.

Постановка задачи. Увеличению спроса на эффективные теплоизоляционные строительные материалы также способствует и повышение требуемого сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций [2].

В последнее время в Республике Дагестан наблюдается рост объемов монолитного строительства, что требует расширение производства строительных материалов. В этой связи интерес представляет производство пенобетона, что объясняется его высокими технико-экономическими характеристиками и наличием недефицитной сырьевой базы [2]. Преимуществами являются: быстрая скорость монтажа конструкций, легкость обработки, экологичность, высокие теплоизоляционные и звукоизоляционные свойства.

Неавтоклавный пенобетон отличается простотой, мобильностью производства, высокими эксплуатационными свойствами и соответствует современным требованиям, его использования, что позволяет обеспечить требуемое термическое сопротивление теплопередачи [29]. В этой связи актуальны вопросы получения эффективных пенобетонов с заданными эксплуатационными характеристиками и различные способы повышения эффективности пенобетона [18].

Следует учесть, что реологические свойства пенобетонов зависят от многих факторов в том числе, от однородности структуры, способа образования пор, вида вяжущих веществ и других компонентов, состава. Пористость пенобетонов характеризуется содержанием пор, их диаметрами равномерностью распределения [7]. Качество пенобетона повышается при использовании эффективных пенообразователей, стабилизаторов пены, структурообразующих компонентов [7]. Для создания пенобетона с оптимальными тепловлажностными характеристиками необходимо учитывать особенности формирования поровой структуры [8].

Особую актуальность представляет изучение особенностей взаимодействия пенообразователей с другими компонентами, используемыми при производстве неавтоклавного пенобетона, определение оптимальных концентраций пенообразователя при производстве [10]. В технологии получения эффективных пенобетонов важную роль играет качество пенообразователя. Пенообразователь отвечает за образование ячеистой структуры бетона, а значит, во многом влияет на его свойства [6,11].

На свойства пенобетона влияет также прочность межпоровой перегородки. При повышении ее физико-механических свойств повышаются и прочностные характеристики пенобетона [12]. Также значимыми являются проблемы повышения качества пенобетонов, изучение влияния свойств пены, режимов работы оборудования на свойства пенобетона, проблемы использования легких наполнителей [2].

Приобретают значимость сегодня исследования прочностных показателей [14], моделей прогнозирования прочности [14], совершенствования производства, изучение стойкости пенобетонов против действия химических и физических агрессивных факторов [15], при применении различных вяжущих при производстве [13, 17], оценка влияния дисперсного армирования [16], учет структуры и строения межпоровых перегородок [19]. Реология пенобетонных смесей связана с их структурой, изменяющейся в процессе твердения. В этой связи оценка реологических свойств смесей необходима в технологическом процессе производства конструкций, особенно в процессе структурообразования. Водоцементное, водотвердое отношение, количество и качество заполнителей оказывает влияние на реологические характеристики пенобетонных смесей, что является важным при производстве.

Местные отходы производства могут применяться при изготовлении различных ограждающих конструкций из теплоизоляционного пенобетона, которые имеют сопоставимые функциональные свойства с плитами из минеральной ваты, а по некоторым строительно-эксплуатационным свойствам их превышают и имеют меньшую стоимость [23]. При организации технологического процесса изготовления пенобетонных изделий и получения высоких физико-механических показателей необходимо повысить усредненные данные, предусмотрев подготовку сырьевых компонентов. Подготовка сырьевых компонентов предполагает совместный помол вяжущего и кремнеземистого компонента [24]. При этом при производстве пенобетона могут применяться различные виды вяжущих, различные виды местного заполнителя. В технологии пенобетона важное значение имеет учет реологических характеристик, влияние водотвердого отношения на свойства [20].

При проектировании состава пенобетона одним из важных этапов является определение водотвердого, водоцементного отношения, которое влияет на различные свойства, долговечность и экономичность [22]. В частности, интерес представляют исследования по изучению повышения оборачиваемости опалубки и снижение трудоемкости опалубочных работ для монолитного пенобетона путем регулирования его свойств за счет оптимального использования местных заполнителей Республики Дагестан и отходов производства. Для изучения свойств были проведены исследования по изучению зависимости текучести пенобетонных смесей от водоцементного отношения (В/Ц) при использовании различных местных заполнителей Республики Дагестан и отходов производства и сравнение показателей текучести смесей [2]. При проведении экспериментальных работ использовались цемент марки М500, кремнеземистый заполнитель - кварцевый песок месторождения в Кумторкалинском районе с низким модулем крупности, различные синтетические пенообразователи, вспученный перлитовый песок (в том числе некондиционный, как отход производства), молотый керамзитовый песок (г.Кизилюрт), отсев камнедробления (г.Кизилюрт). Гранулометрические составы представлены в таблицах 1-3.

Таблица 1. Гранулометрический состав вспученного перлитового песка
Table 1. Granulometric composition of pearlite

№ сита	Масса остатков песка на данном сите в граммах	Частные остатки, в %	Полные остатки, в %
2.5	241	24.1	24.1
1.25	289	28.9	53.0
0.63	319	31.9	84.9
0.315	49	4.9	89.8
0.14	83	8.3	98.1
Прошло через сито N 0.14	19	1.9	100

Модуль крупности $M_{кр}=3.49$

Насыпная плотность 158 кг/м³

Таблица 2. Гранулометрический состав песка
Table 2. Granulometric composition of sand

№ сита	Масса остатков песка на данном сите в граммах	Частные остатки в %	Полные остатки в %
2.5	5	0.5	0.5
1.25	2	0.2	0.7
0.63	11	1.1	1.8
0.315	282	28.2	30
0.14	566	56.6	86.6
Прошло через сито N 0.14	134	13.4	100

Насыпная плотность -1116 кг/м³

Содержание глинистых частиц -2.5 %

Модуль крупности $M_{кр}=1.19$

Влажность 2.9 %

Таблица 3. Гранулометрический состав керамзитового песка
Table 3. Granulometric composition of ceramsite sand

№ сита	Масса остатков песка на данном сите в граммах	Частные остатки в %	Полные остатки в %
1.25	117	11.7	11.7
0.63	493	49.3	61
0.315	277	27.7	88.7
0.14	99	9.9	98.6
Прошло через сито N 0.14	14	1.4	100

Насыпная плотность -1108 кг/м³

Модуль крупности $M_{кр}=2.6$

Методы исследования. Изделия из неавтоклавного пенобетона сегодня нашли широкое применение в конструкциях гражданского и промышленного строительства. Невысокая плотность и высокие теплоизолирующие свойства этих материалов позволяют возводить облегченные ограждающие конструкции с требуемым термическим сопротивлением, а распространенные сырьевые компоненты, способствуют развитию производства. Однако для решения проблемы повышения качества продукции необходимо достижение высоких физико-механических показателей и долговечности изделий, необходим оптимальный подбор состава сырьевых компонентов [24].

Производство пенобетона осуществлялось следующим образом. В пеногенераторе готовилась пена, затем готовился раствор из цемента, кремнеземистого компонента (заполнителя) и воды. Затем пена смешивалась с раствором в пенобетоносмесителе до набора соответствующей

кратности. Кратность в данном случае определялась, как отношение объема раствора пенобетонной смеси после перемешивания к объему раствора до перемешивания. На заводе крупнопанельного домостроения МКД-3 (г.Кизилюрт) с участием авторов была внедрена модернизированная установка по получению пенобетона [2].

При проведении экспериментальных исследований определялось водоцементное отношение смеси при использовании трех видов заполнителя (керамзитовый песок, кварцевый песок месторождения в Кумторкалинском районе и перлит). Показатель текучести пенобетонной смеси определялся с помощью вискозиметра Суттарда. В технологии пенобетона важное значение имеет изучение реологических характеристик для наиболее оптимального подбора состава при изготовлении изделий.

Обсуждение результатов. Авторами были проведены исследования по изучению зависимости текучести пенобетонных смесей от водоцементного отношения при использовании различных местных заполнителей и отходов производства и сравнение показателей текучести смесей при одинаковых значениях водоцементного отношения [2,29] (рис.1-3). Для повышения эффективности технологии получения пенобетона неавтоклавного твердения изучалась зависимость текучести пенобетонных смесей от водоцементного отношения при использовании различных местных заполнителей и отходов производства, а также и влияние количества пены в цементной смеси на ее текучесть или влияние соотношения объема пены к объему цементного теста на текучесть пеномассы.

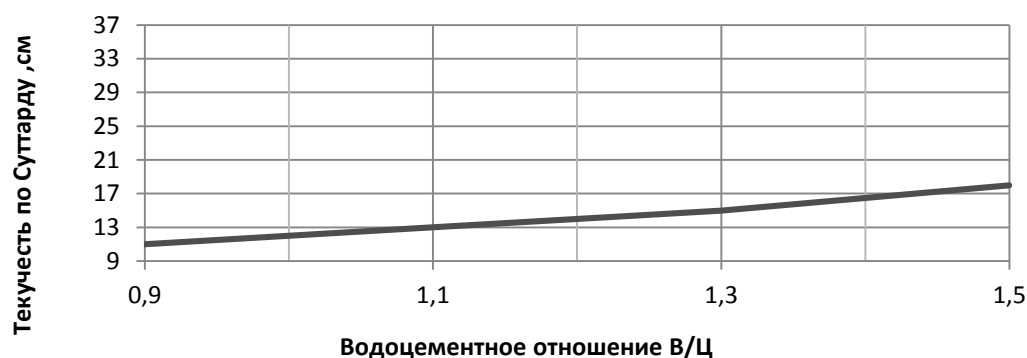


Рис. 1. Зависимость текучести пенобетонной смеси на основе перлита от водоцементного отношения

Fig. 1. The dependence of the fluidity of foamed concrete mixture based on perlite from water-to-cement ratio



Рис.2. Зависимость текучести пенобетонной смеси на основе молотого керамзитового песка от водоцементного отношения

Fig. 2. The dependence of the fluidity of foamed concrete mixture based on ground clay and sand from water-to-cement ratio

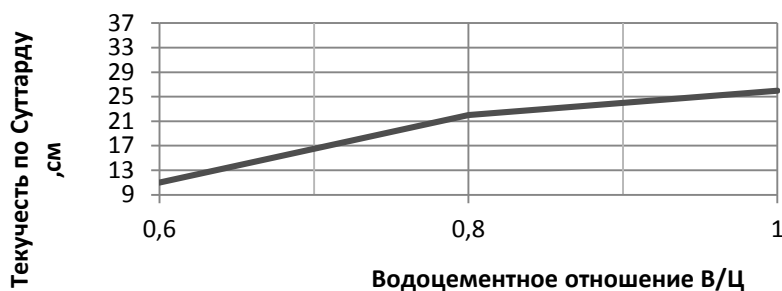


Рис.3. Зависимость текучести пеннобетонной смеси на основе кварцевого песка (месторождения в Кумторкалинском районе) от водоцементного отношения

Fig. 3. Dependence of the fluidity of foamed concrete mixture based on quartz sand (field Kumtorkala district) of the water-to-cement ratio

Результаты позволяют на основе анализа и экспериментальных данных подобрать оптимальный состав пеннобетона. Регулирование реологических характеристик позволяет улучшить характеристики пеннобетона, что может в дальнейшем использоваться при производстве изделий. В результате экспериментов были получены образцы пеннобетона.

Проведенные исследования показали, что формированием ячеистой структуры пеннобетона можно эффективно управлять с помощью направленного регулирования реологическими свойствами, за счет введения изменения характеристики, расхода пены и заполнителей. В результате разработаны и определены технологические параметры получения эффективных по теплофизическим параметрам экологически чистых неавтоклавных пеннобетонов. Разработана технология производства пеннобетона с использованием песков, искусственных и природных пористых заполнителей производимых в Республики Дагестан.

Исследования авторов показали, что повышение оборачиваемости опалубки и снижение трудоемкости опалубочных работ для монолитного пеннобетона можно добиться регулированием свойств пеннобетона путем подбора состава местных заполнителей и отходов производства (табл.4).

Таблица 4. Характеристики пеннобетона
Table 4. Characteristics of foam concrete

Цементное тесто с различными добавками для приготовления пеннобетона, в том числе с добавкой	Сроки начала схватывания, ч-мин		Трудоемкость монтажа опалубки (для монолитного пеннобетона) чел-час/м ²
	начало	конец	
Перлитовый песок	1-20	3-50	0,35
Молотый керамзитовый песок	1-35	4-10	0,56
Кварцевый песок (месторождение в Кумторкалинском районе)	1-40	4-20	0,56

Ускорение схватывания и структурообразования способствует предотвращению пеногашения и расслаивания пеннобетонной смеси при заливке [29]

Вывод. Исследования показали возможность повышения оборачиваемости опалубки и снижение трудоемкости опалубочных работ для монолитного пеннобетона путем регулированием его свойств за счет оптимального использования местных заполнителей Республики Дагестан и отходов производства.

При одинаковых значениях водоцементного отношения смесь с заполнителем из перлитового песка имеет наименьшую текучесть, которая оказывает влияние на дальнейшее структурообразование пеннобетона.

Библиографический список:

1. Оцоков К.А., Джалалов Ш.Г. Способы повышения эффективности пенобетона // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2016. № 3 .Т.42 .С.167-174.
2. Оцоков К.А. Влияние водоцементного отношения на реологические свойства пенобетона на местном сырье. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2017. Т. 44. № 4. С. 184-193.
3. Меркин А.П., Кобидзе Т.Е. Особенности структуры и особенности получения эффективных пенобетонных материалов // Строительные материалы. 1988. №3. с.12-14.
4. Селезнев И.Г. Пенобетон для монолитного домостроения: Дис...канд.техн.наук.- М.,1995.С.5
5. Тотурбиев А. Б. Теплоизоляционный пенобетон неавтоклавного твердения на бесцементном композиционном вяжущем : Автореф. дис. канд. техн. наук. — Ставрополь, 2006. С.3
6. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика. М., 1998. \С.394
7. Серова Р.Ф., Касумов А.Ш., Величко Е.Г. Проблемы производства и применения ячеистого бетона // Фундаментальные исследования. 2016. № 7-2. с. 267-271.
8. Павленко Н.В., Пастушков П.П., Хархардин А.Н., Войтович Е.В. Исследование взаимосвязи структурных и тепловлажностных характеристик на примере пенобетона на основе наноструктурированного вяжущего // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2016. № 6 (52). С. 80-86.
9. Лойко К.О., Белова С.А., Дерябин П.П. Влияние текучести смеси на основные свойства пенобетона сухой минерализации // В сборнике: Архитектура, строительство, транспорт материалы Международной научно-практической конференции. 2015. С. 518-522.
10. Горбач П.С., Щербин С.А. Влияние пенообразователя на свойства пены и пенобетона // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2014. № 5 (46). С. 126-132.
11. Кучерявенко Д.А. Свойства пенобетона неавтоклавного твердения с использованием белкового пенообразователя // В сборнике: Развитие дорожно-транспортного и строительного комплексов и освоение стратегически важных территорий Сибири и Арктики: вклад науки Материалы международной научно-практической конференции: электронный ресурс. 2014. С. 50-52.
12. Савенков А.И., Тюлькин С.В., Шиндель Е.В. Взаимосвязь вяжущего и свойств цементной матрицы и пенобетона // Аспирант. 2016. № 5 (21). С. 146-151.
13. New type of super-lightweight magnesium phosphate cement foamed concrete Yue L., Bing C. Journal of Materials in Civil Engineering. 2015. Т. 27. № 1. P. 04014112.
14. Models for prediction the strength and stiffness of foamed concrete at ambient temperature. Mydin Md.A.O. European researcher. series a. 2014. № 1-2 (67). p. 124-129.
15. Influence of size factor on creep deformation of fine-grain foam concrete for repair .Bataev D.K.S., Mazhiev Kh.N., Gaziev M.A., Salgiriev R.R., Mazhiev K.Kh., Mazhieva A.Kh. Life science journal. 2014. т. 11. № 12s. p. 995-997.
16. Disperse reinforcing role in producing non-autoclaved cellular foam concrete Vesova L.M. Procedia Engineering. 2016. т. 150. pp. 1587-1590.
17. Формирование структуры магнезиальных ячеистых бетонов Мирюк О.А. International scientific and practical conference world science. 2016. т. 1. № 3 (7). p. 62-66.
18. Improving technology of non-autoclave foam concrete. Krasinikova N.M., Khozin V.G., Morozov N.M., Borovskikh I.V., Eruslanova E.V. International Journal of Applied Engineering Research. 2014. Т. 9. № 22. P. 16735-16741.
19. Соков В.Н., Жабин Д.В., Бегларов А.Э., Землянушов Д.Ю. Теоретические основы получения ячеистых бетонов из пеномасс, активируемых гидротеплосиловым полем // Промышленное и гражданское строительство. 2012. № 12. С. 18-19.
20. Лойко К.О., Белова С.А., Дерябин П.П. Влияние текучести смеси на основные свойства пенобетона сухой минерализации. В сборнике: Архитектура, строительство, транспорт. Материалы Международной научно-практической конференции. 2015. С. 518-522.
21. Models for prediction the strength and stiffness of foamed concrete at ambient temperature mydin md.a.o.european researcher. series a. 2014. № 1-2 (67). с. 124-129.
22. Савенков А.И. Определение оптимального водотвердого отношения для пенобетона. Сборник научных трудов Ангарского государственного технического университета. 2005. т. 1. № 1. с. 372-374.
23. Коломацкий А.С., Коломацкий С.А. Теплоизоляционные изделия из пенобетона // Строительные материалы. 2003. №1. С.38-39.
24. Липилин А.Б., Коренюгина Н.В. Дезинтегратор мокрого помола в производстве неавтоклавного пенобетона // Строительные материалы. 2014. №6. С.10-11.
25. Бронзова М.К., Ватин Н.И., Гарифуллин М.Р. Конструкция каркасных зданий с применением монолитного пенобетона. Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 1 (28). С. 74-90.
26. Вытчиков Ю.С., Сапарёв М.Е., Голиков В.А. Применение монолитного пенобетона в ограждающих конструкциях зданий и сооружений с переменным тепловым режимом. Градостроительство и архитектура. 2018. Т. 8. № 4 (33). С. 10-14.

27. Гайдуков А.А. Целесообразность применения пенобетона в России // Аллея науки. 2017. Т. 4, № 10. С. 438–446.
28. Булавин В.А. Газобетон для монолитных ограждающих конструкций с вариативной поровой структурой. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Ростовский государственный строительный университет. Ростов-на-Дону, 2004
29. Аниканова Т.В. Теплоизоляционные пенобетоны с ускоренным схватыванием: Автореф...дис.канд.техн.наук . Белгород: БГТУ, 2007. 21 с.

References:

1. Otsokov K.A., Dzhahalov S.H.G. Sposoby povysheniya effektivnosti penobetona//Vestnik Dagestanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Tekhnicheskkiye nauki. 2016. № 3 . Т.42 . S.167-174. [Otsokov K. A.,Jalalov S.G. Ways of increase of efficiency of foam concrete// Bulletin of the Dagestan state technical University. Technical Sciences.- 2016 no. 3 .T.42 . pp.167-174. (In Russ)]
2. Otsokov K.A. Vliyaniye vodotsementnogo otnosheniya na reologicheskiye svoystva penobetona na mest-nom syr'ye. Vestnik Dagestanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Tekhnicheskkiye nauki. 2017. Т. 44. № 4. S. 184-193. [Otsokov K. A.Improving the efficiency of foam concrete by using local materials :the Dissertation ...kand.tech.sciences. M.,2002. P.141. (In Russ)]
3. Merkin A.P., Kobidze T.Ye. Osobennosti struktury i osobennosti polucheniya effektivnykh penobetonnykh materialov// Stroitel'nyye materialy. 1988. №3. c.12-14. [Merkin A. P., Kobidze T.E. Features of the structure and features of producing effective foam concrete materials// Building materials 1988. No. 3. pp. 12-14. (In Russ)]
4. Seleznev I.G.Penobeton dlya monolitnogo domostroyeniya: Dis...kand.tekhn.nauk.- M.,1995.S.5 [Seleznev I. G. Foam concrete for monolithic construction: Dis...Cand.tech.Sciences. M.,1995.P.5 (In Russ)]
5. Toturbiyev A. B. Teploizolyatsionnyy penobeton neavtoklavnogo tverdeniya na bestsementnom kompo-zitsion-nom vyazhushchem : Avtoref. dis. kand. tekhn. nauk. Stavropol', 2006. S.3 [Toturbiev A. B. Insulating foam concrete of non-autoclave hardening on cementless composite binder : author. dis. Cand. tech. Sciences. Stavropol, 2006. p. 3. (In Russ)]
6. Batrakov V.G.Modifitsirovannyye betony.Teoriya i praktika.-M.,1998.-S.394 [Batrakov V.G Modified concretes.Theory and practice. M.,1998. P. 394. (In Russ)]
7. Serova R.F., Kasumov A.S.H., Velichko Ye.G. Problemy proizvodstva i primeneniya yacheistogo betona //Fundamental'nyye issledovaniya. 2016. № 7-2. s. 267-271. [Serova R. F., Kasumov A. S., Velichko E. G. Problems of production and application of aerated concrete //Fundamental research. 2016. No. 7-2. pp. 267-271. (In Russ)]
8. Pavlenko N.V., Pastushkov P.P., Kharkhardin A.N., Voytovich Ye.V . Issledovaniye vzaimosvyazi strukturnykh i teplovlazhnostnykh kharakteristik na primere penobetona na osnove nanostrukturirovannogo vyazhushchego//Vestnik Sibirskoy gosudarstvennoy avtomobil'no-dorozhnoy akademii. 2016. № 6 (52). S. 80-86. [Pavlenko N. V. Pastushkov P. P., Kharkhardin A. N., Voitovich E.V . A study of the relationship of heat and humidity and structural characteristics on the example of foam concrete based on nanostructured binder//Bulletin of Siberian state automobile and highway Academy. 2016. No. 6 (52). pp. 80-86. (In Russ)]
9. Loyko K.O., Belova S.A.,Deryabin P.P. Vliyaniye tekuchesti smesi na osnovnyye svoystva penobetona sukhoy mineralizatsii// V sbornike: Arkhitektura, stroitel'stvo, transport materialy Mezhduna-rodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 2015. S. 518-522. [Loyko O. K., Belov S. A.,Deryabin P. P. The Influence of fluidity of the mixture on the basic properties of foamed concrete dry mineralization// In collection: Architecture, construction, transportation materials of International scientific-practical conference. 2015. pp. 518-522. (In Russ)]
10. Gorbach P.S., Shcherbin S.A Vliyaniye penobrazovatelya na svoystva peny i penobetona//Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. 2014. № 5 (46). S. 126-132. [Gorbach, P. S., Shcherbin S. A. Influence of foaming agent on the properties of foam and aerated concrete//Vestnik of Tomsk state University of architecture and construction. 2014. No. 5 (46). pp. 126-132. (In Russ)]
11. Kucheryavenko D.A Svoystva penobetona neavtoklavnogo tverdeniya s ispol'zovaniyem belkovogo penobrazovatelya// V sbornike: Razvitiye dorozhno-transportnogo i stroitel'nogo kompleksov i osvoyeniye strategicheskikh vazhnykh territoriy Sibiri i Arktiki: vklad nauki Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii: elektronnyy resurs. 2014. S. 50-52. [Kucheryavenko D.A.The Properties of non-autoclave hardening foamed concrete with the use of protein foaming agent// In the book: the Development of road transport and construction complexes and the development of the strategically important territories of Siberia and the Arctic: the contribution of science proceedings of the international scientific-practical conference: electronic resource. 2014. pp. 50-52. (In Russ)]
12. Savenkov A.I., Tyul'kin S.V., Shindel' Ye.V .Vzaimosvyaz' vyazhushchego i svoystv tsementnoy matritsy i penobetona//Aspirant. 2016. № 5 (21). S. 146-151. [Savenkov A. I., Tyulkin, S. V., Shindel E.V. The relationship of binder and properties of cement matrix and foam/a Graduate student. 2016. No. 5 (21). pp. 146-151. (In Russ)]
13. New type of super-lightweight magnesium phosphate cement foamed concrete Yue L., Bing, C. Journal of Materials in Civil Engineering. 2015. T. 27. No. 1. pp. 04014112.
- 14 . Models for prediction the strength and stiffness of foamed concrete at ambient temperature. Mydin Md.A.O. The European researcher. series a. 2014. No. 1-2 (67). pp. 124 - 129.
15. Influence of size factor on creep deformation of fine-grain foam concrete for repair .Bataev D.K.S., Mazhiev Kh.N., Gaziev M.A., Salgiriev R.R., Mazhiev K.Kh., Mazhieva A.Kh. Life science journal. 2014. т. 11. № 12s. pp. 995-997.
16. Disperse reinforcing role in producing non-autoclaved cellular foam concrete Vesova L.M. Procedia Engineering. 2016. T. 150. pp. 1587-1590.

17. Formirovaniye struktury magnezial'nykh yacheistyykh betonov Miryuk O.A. International scientific and practical conference world science. 2016. t. 1. № 3 (7). p. 62-66. [The formation of the structure of magnesia cellular concrete Miruk O. A. International scientific and practical conference world science. 2016. vol. 1. No. 3 (7). pp. 62-66. (In Russ)]
18. Improving technology of non-autoclave foam concrete. Krasnikova, N. M., Khozin V. G., N. M. Morozov, I. V. Borovskikh, V. E. Eruslanova International Journal of Applied Engineering Research. 2014. T. 9. No. 22. pp. 16735-16741.
19. Sokov V.N., Zhabin D.V., Beglyarov A.E., Zemlyanushnov D.YU. Teoreticheskiye osnovy polucheniya yacheistyykh betonov iz penomass, aktiviruyemykh gidroteplosilo-vym polem//Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitel'stvo. 2012. -№ 12. S. 18-19. [Sokov V. N., Zhabin D. V., Beglyarov A. E., Zemlyanov D. Yu. Theoretical fundamentals of cellular concrete from Panamas activated hydrodiplomacy field//Industrial and civil construction. 2012. - No. 12. pp. 18-19. (In Russ)]
20. Loyko K.O., Belova S.A., Deryabin P.P. Vliyaniye tekuchesti smesi na osnovnyye svoystva penobetona sukhoy mineralizatsii. V sbornike: Arkhitektura, stroitel'stvo, transport materialy Mezhduna-rodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii . 2015. S. 518-522. [Loiko, K. A., Belov S. A., Deryabin p. P. the Influence of fluidity of the mixture on the basic properties of foamed concrete dry mineralization In collection: Architecture, construction, transportation materials of International scientific-practical conference. 2015. pp. 518-522. (In Russ)]
21. Models for prediction the strength and stiffness of foamed concrete at ambient temperature. Mydin Md.A.O. European researcher. series a. 2014. № 1-2 (67). pp. 124-129.
22. Savenkov A.I. Opredeleniye optimal'nogo vodotverdого otноsheniya dlya penobetona .Sbornik nauchnykh trudov angarskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2005. t. 1. № 1. s. 372-374. [Savenkov A. I. Determination of optimum water relations for foam concrete .Collection of scientific works of the Angarsk state technical University. 2005. vol. 1. No. 1. pp. 372-374. (In Russ)]
23. Kolomatskiy A.S., Kolomatskiy S.A. Teploizolyatsionnyye izdeliya iz penobetona // Stroitel'nyye materialy. 2003. №1. S.38-39. [Kolomatskiy A. S. Kolomatskiy S. A. Thermal Insulation products, foam concrete // Building materials. 2003. №1 . pp. 38-39. (In Russ)]
24. Lipilin A.B., Korenyugina N.V. Dezintegrator mokrogo pomola v proizvodstve neavtoklavного penobetona//Stroitel'nyye materialy. 2014. №6. S.10-11. [Lipilin A. B., Korenyugina N. V. Disintegrator of wet grinding in the production of non-autoclave foam concrete//Building materials. 2014. №6. pp.10-11. (In Russ)]
25. Bronzova M.K., Vatin N.I., Garifullin M.R. Konstruktsiya karkasnykh zdaniy s primeneniym mono-litного penobetona. Stroitel'stvo unikal'nykh zdaniy i sooruzheniy. 2015. № 1 (28). S. 74-90. [Bronzova M.K., Vatin N.I., Garifullin M.R. Design of frame buildings using monolith foam concrete. Construction of unique buildings and structures. 2015. № 1 (28). pp. 74-90. (In Russ)]
26. Vytchikov YU.S., Saparov M.Ye., Golikov V.A. Primeneniye monolitного penobetona v ograzhdayushchikh konstruktsiyakh zdaniy i sooruzheniy s peremennym teplovym rezhimom. Gradostroitel'stvo i arkhitektura. 2018. T. 8. № 4 (33). S. 10-14. [Vytchikov Yu.S., Saparev M.E., Golikov V.A. The use of monolithic foam concrete in enclosing structures of buildings and structures with variable thermal conditions. Urban planning and architecture. 2018. Vol. 8. No. 4 (33). pp. 10-14. (In Russ)]
27. Gaydukov A.A. Tselesoobraznost' primeneniya penobetona v Rossii // Alleya nauki. 2017. T. 4, № 10. S. 438–446 [Gaidukov A.A. The feasibility of the use of foam in Russia // Science Alley. 2017. Vol. 4, No. 10. pp. 438–446 (In Russ)]

Сведения об авторах:

Омаров Ариф Омарович – кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой «Строительных материалов и инженерных сетей».

Оцоков Камил Алиевич - кандидат технических наук, доцент, кафедра «Технологии и организации строительного производства».

Information about the authors:

Arif O. Omarov – Cand. Sci. (Economics), Assoc. Prof., Department of Construction Technology.

Kamil A. Otsokov – Cand. Sci. (Technical), Assoc. Prof., Department of Technology and organization of construction production.

Конфликт интересов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 11.09.2018.

Принята в печать 22.09.2018.

Conflict of interest.

The authors declare no conflict of interest.

Received 11.09.2018.

Accepted for publication 22.09.2018.