

УДК 691.335

С.Н. ЛЕОНОВИЧ¹, д-р техн. наук (SLeonovich@mail.ru); Д.В. СВИРИДОВ², д-р техн. наук (sviridov@bsu.by),
 А.Л. БЕЛАНОВИЧ², канд. хим. наук (lab508@mail.ru), В.П. САВЕНКО², ст. научн. сотрудник,
 С.А. КАРПУШЕНКОВ², канд. хим. наук (karpushenkov@bsu.by)

¹ Белорусский национальный технический университет (220013, г. Минск, пр. Независимости, 65, Республика Беларусь)

² Белорусский государственный университет (220030, г. Минск, пр. Независимости, 4, Республика Беларусь)

Сухая смесь для получения жаростойкого пенобетона

Разработан состав сухой смеси на основе двухкомпонентного вяжущего (глиноземистого цемента и глины месторождения Кустиха), минеральных добавок (метакаолин, сульфалоюминатный модификатор РСАМ, отходы базальтового волокна), пенообразователя и ускоряющей и пластифицирующей добавки. При затворении смеси водой при водотвердом отношении 0,45–0,7, последующем механическом вспучивании и отверждении пеномассы формируются жаростойкие пенобетоны плотностью 300–650 кг/м³ (в зависимости от В/Т отношения) прочностью при сжатии 0,2–2,5 МПа до прогрева. Данные составы приобретают начальную прочность за счет процессов гидратационного твердения глиноземистого цемента, что обеспечивает фиксирование пористой структуры пенобетонов. Конечную прочность 0,3–3,2 МПа они набирают после отжига при 1000°C. За счет процессов твердофазного спекания глины с другими компонентами сухой смеси при их нагревании до 1000°C происходит увеличение прочности в отличие от пенобетонов на основе портландцемента и глиноземистого цемента. Введение в состав сухой смеси ускоряющей и пластифицирующей добавки приводит к повышению реологических свойств пеномассы и сокращению времени ее схватывания и твердения. Установлена существенная роль В/Т при получении пенобетонов: с повышением В/Т от 0,45 до 0,7 увеличивается объем пеномассы после вспучивания, неоднородность пор и их размеры, что приводит к уменьшению плотности пенобетонов и прочности при сжатии.

Ключевые слова: сухая смесь, жаростойкий пенобетон, минеральные добавки, пенообразователь, ускорители, пластифицирующая добавка.

Для цитирования: Леонович С.Н., Свиридов Д.В., Беланович А.Л., Савенко В.П., Карпушенко С.А. Сухая смесь для получения жаростойкого пенобетона // *Строительные материалы*. 2017. № 7. С. 25–29.

S.N. LEONOVICH¹, Doctor of Sciences (Engineering) (SLeonovich@mail.ru); D.V. SVIRIDOV², Doctor of Sciences (Engineering) (sviridov@bsu.by),
 A.L. BELANOVICH², Candidate of Sciences (Chemistry) (lab508@mail.ru), V.P. SAVENKO², Engineer,
 S.A. KARPUSHENKOV², Candidate of Sciences (Chemistry) (karpushenkov@bsu.by)

¹ Belarusian National Technical University (65, Nezavisimosty Avenue, Minsk, 220013, Republic of Belarus)

² Belarusian State University (4, Nezavisimosty Avenue, Minsk, 220030, Republic of Belarus)

A Dry Mix for Producing Refractory Foam Concrete

The composition of the dry mix on the basis of a two-component binder (aluminous cement and clay of "Kustikha" deposit), mineral additives (metakaolin, sulfoaluminate modifier RSAM, waste of basalt fiber), foaming agent Ufapore, and accelerating and plasticizing additive "Citrate-T" has been developed. When mixing the mix with water at the water-solid ratio of 0.45–0.7, subsequent mechanical blowing out and hardening of foam mass, refractory foam concretes of 300–650 kg/m³ density (depending on WATER/AGGREGATE (W/A) ratio, compression strength of 0.2–2.5 MPa before heat treatment, are formed. These compositions obtain the initial strength due to the processes of hydration hardening of aluminous cement that provides the formation of porous structure of foam concretes. The final strength of 0.3–3.2 MPA they gain after burning at 1000°C. Due to the processes of solid-phase sintering of clay with other components of the dry mix during the heating up to 1000°C, the strength is improved, unlike foam concretes on the basis of Portland cement and aluminous cement. Introduction of the accelerating and plasticizing "Citrate-T" to the dry mix leads to improving rheological properties of the foamed mass and reducing the time of its setting and hardening. The significant role of W/A when producing foam concretes is established: increasing W/A from 0.45 to 0.7 increases the volume of foam mass after blowing out, inhomogeneity of pores and their sizes that leads to reducing the density of foam concretes and compression strength.

Keywords: dry mixture, refractory foam concrete, mineral additives, foam former, accelerators, plasticizing additive.

For citation: Leonovich S.N., Sviridov D.V., Belanovich A.L., Savenko V.P., Karpushenkov S.A. A dry mix for producing refractory foam concrete. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2017. No. 7, pp. 25–29. (In Russian).

Одна из актуальных материаловедческих задач заключается в создании эффективных и недорогих теплоизоляционных материалов для улучшения теплозащиты конструкций, работающих в условиях высокотемпературного нагрева.

Пенобетон, без сомнения, один из самых перспективных и привлекательных строительных материалов. При низкой себестоимости этот экологически чистый материал обладает высокими теплоизоляционными параметрами, низкой плотностью, огнестойкостью и является одним из эффективных жаростойких материалов.

Глиноземистый и высокоглиноземистый цементы широко используют при изготовлении современных футеровочных огнеупорных композиций [1, 2]. Эти цементы отличает сочетание свойств, необходимых для изготовления жаростойких ячеистых материалов: высокая начальная скорость твердения, способствующая получению качественной пористой структуры, огнеупорность и высокая прочность. Однако использование глиноземистых цементов в составах ячеистых бетонов, которые изготавливаются по пенной технологии, со-

пряжено с рядом проблем: глиноземистые цементы значительно снижают устойчивость пены в процессе получения пенобетонной смеси; бетоны на глиноземистых цементах характеризуются значительным снижением прочности в диапазоне рабочей температуры большинства промышленных печей [2].

Технология и свойства газо- и пенобетонов практически идентичны. Основным недостатком пенобетонов является применение пенообразователей, большинство из которых являются сильными замедлителями твердения цементов, особенно на стадии набора пластической прочности. Однако пенобетоны отличает более «мягкая» и равномерная пористость и при прочих равных условиях более высокая прочность [3].

В настоящее время существуют разнообразные рецептурные композиции и различные добавки, технологические приемы и оборудование, позволяющее совершенствовать производство пенобетонных изделий [4]. Одним из перспективных направлений повышения технологической эффективности пенобетонов является получение сухих смесей для их производства [5].

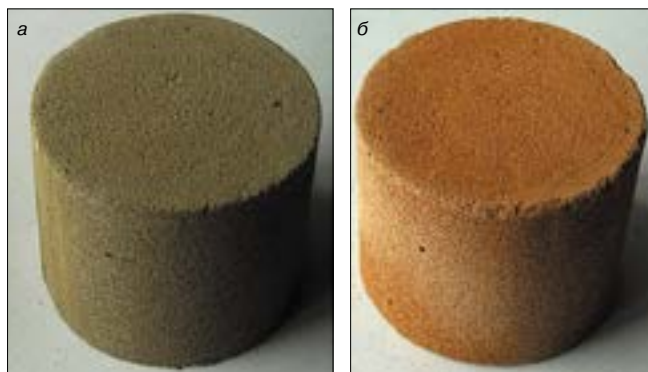


Рис. 1. Образцы жаростойкого пенобетона после сушки при 110°C (а) и отжига при 1000°C (б)

Анализ современного состояния производства сухих строительных смесей показывает, что в их разнообразной номенклатуре практически отсутствуют минеральные вспучивающиеся композиционные материалы. Мировой и отечественный опыт использования сухих смесей в строительстве подтверждает их высокую эффективность и преимущества по сравнению с традиционными методами проведения работ. Привлекательность сухих смесей для потребителей заключается в том, что они являются практически готовыми к употреблению, удобно расфасованы и при правильной эксплуатации длительное время сохраняют свои свойства. В связи с этим исследования, направленные на разработку технологии получения сухих смесей для изготовления жаростойких пенобетонов и изучение их свойств, являются актуальными.

Целью данного исследования явилась разработка состава сухой смеси для изготовления жаростойких пенобетонов с использованием двухкомпонентного вяжущего.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи: изучить физико-химические процессы структурообразования при применении двухкомпонентного вяжущего при получении жаростойких пенобетонов; исследовать влияние твердого пенообразователя и минеральных добавок на плотность, структуру и прочностные характеристики пенобетонов при нагревании до 1000°C; установить оптимальные их концентрации; разработать состав сухой смеси.

За основу разработки сухой смеси для получения жаростойкого пенобетона использовали двухкомпонентное вяжущее – глиноземистый цемент ГЦ-40 и глину из месторождения Кустиха (Гомельская обл.), предварительно высушенную при 150°C и измельченную в шаровой мельнице до остатка на сетке № 0,25.

В процессе выполнения экспериментальной работы установлено, что в отличие от традиционных пенобетонов (в частности, на основе портландцемента и глиноземистого цемента), теряющих прочность уже при температуре 600–800°C, пенобетоны на основе двухкомпонентного вяжущего приобретают начальную прочность за счет процессов гидратационного твердения глиноземистого цемента, обеспечивающих фиксирование пористой структуры пенобетонов и набирающих конечную прочность за счет процессов твердофазного спекания глины и отходов огнеупорных материалов (шамот) при их нагревании, которые не снижают свою прочность, а наоборот, увеличивают.

Поскольку глиноземистый цемент состоит в основном из низкоосновных алюминатов кальция, при гидратации с течением времени гидроалюминаты обогащаются оксидом кальция и выделяется дополнительное количество гидроксида алюминия. При этом меня-

ется габитус кристаллов гидроалюминатов, а гидроксид алюминия кристаллизуется. Процессы перекристаллизации гидроалюминатов протекают быстрее, чем гидросиликатов кальция в портландцементе. Гели алюминатов кальция характеризуются явно выраженной тиксотропией и проявляют свойства упруговязкопластичных тел, что весьма важно в технологии пенобетонов. На пенообразующую способность и устойчивость получаемых пен также влияет изменение pH водной фазы и ионов, образующихся в результате гидратации цемента [6].

Пенобетон получали путем механического перемешивания (300 об/мин) сухой смеси с водой при В/Т отношении 0,45–0,7 в течение 5 мин и последующего вспучивания растворной смеси с помощью миксера (2000 об/мин) в течение 2 мин и отверждения вспученной массы.

Установлено, что наибольшей стабильностью обладает вспененная пеномасса при использовании твердого порошкообразного пенообразователя Ufarore при его концентрации 0,5–1%. Устойчивость вспененной массы во времени сохраняется в течение 20–30 мин, а затем начинается ее осадка с уменьшением объема на 30–35%.

Известно [7], что чем больше степень гидратации глиноземистого цемента за один и тот же промежуток времени, тем выше пересыщение гелеобразной жидкой фазы. Последнее позволяет эффективно влиять не только на скорость схватывания и твердения цементного раствора, но и на процесс управления структурообразованием и поддерживать постоянные условия формирования жидкой фазы на весь период роста структуры. Это может быть достигнуто за счет добавок, введенных в состав цементного теста, т. е. веществ, увеличивающих взаимодействие цементного клинкера с водой затворения или способствующих увеличению скорости вывода некоторых продуктов гидратации из среды взаимодействия с водой.

К таким добавкам, как установлено в работах [8, 9], следует отнести цитрат натрия, который обеспечивает высокую начальную прочность разрушения клинкерных материалов цемента и одновременно способствует созданию пересыщенной жидкой гелеобразной фазы. Скорость насыщения последней определяется не только концентрацией цитрата натрия, но и количеством воды затворения. Кроме того, присутствующий в процессе гидратации цемента цитрат натрия обеспечивает образование в гелеобразной фазе ультрамалых частиц гидроалюминатов, которые находятся частично или полностью в рентгеноаморфной форме. Аморфизация гидратов сопровождается увеличением щелочности среды и их дисперсности. Последнее приводит к существенному упрочнению цементного камня.

Для повышения устойчивости пеномассы во времени в состав сухой смеси вводили добавку «Цитрат-Т» на основе цитрата натрия в количестве 1,7% [8], которая позволяет улучшить реологические свойства вспененной смеси: увеличить ее подвижность (расплыв миниконуса в присутствии добавки составляет 60–80 мм, в то время как без нее 40–45 мм), повысить устойчивость пеномассы (осадки пеномассы не наблюдается вплоть до ее схватывания) и ускорить время схватывания (5 ч) и твердения (10 ч) по сравнению с пенобетоном без добавки «Цитрат-Т» (24 ч и более).

С целью увеличения термической стойкости пенобетонов при последующем их высокотемпературном нагреве и сокращения глиноземистого цемента в составе сухой смеси добавляли мелкодисперсную глину и отходы огнеупорных материалов (шамот). В качестве глинистой составляющей двухкомпонентного вяжущего были опробованы глины из различных месторождений Республики Беларусь (Гайдуковка, Осетки, Кустиха,

Лукомль). Для установления возможности использования глины определенного месторождения были проведены экспериментальные исследования по оценке ее влияния на устойчивость пеномассы, сроки схватывания и твердения и свойства пенобетонов при их нагревании до 1000°C. Исследования показали, что при использовании мелкодисперсной глины месторождения Кустиха (химический состав, мас. %: SiO₂ – 65; Al₂O₃ – 12,58; Fe₃O₄ – 4,4; TiO₂ – 0,78; CaO – 4,48; MgO – 1,0; K₂O – 1,85; Na₂O – 0,37; SO₃ – 0,17 [10]) вспененная пеномасса отличается большей устойчивостью и однородностью мелких пор, чем при использовании глин других месторождений.

Анализ экспериментальных данных показал, что дальнейшее улучшение огневых свойств пенобетонов может быть достигнуто за счет использования наполнителя, полученного измельчением отходов шамота. Установлено оптимальное содержание глиноземистого цемента, глины «Кустиха» и отходов шамота в составе сухой смеси. Предпочтительным и являются составы, содержащие ГЦ-40 в количестве 25–30%, глины 25–30% и шамота 25–30%. Такие составы характеризуются оптимальным сочетанием прочности при сжатии пенобетонов после естественного твердения (2–2,5 МПа) и после их нагрева до 1000°C (3–3,2).

Как известно [6], глиноземистый цемент отличается быстрым ростом прочности, особенно в начальные сроки твердения цементного камня. К его недостаткам следует отнести снижение прочности при длительном твердении. Причиной падения прочности цементного камня является перекристаллизация гексагональных гидроалюминатов в кубическую форму. Установлено [11], что большое влияние на перекристаллизацию гидроалюминатов кальция из гексагональной формы в кубическую оказывает пересыщение по CaO поровой жидкости цементного камня. Исследование процесса гидратации глиноземистых цементов с добавкой метаксаолина показало увеличение скорости гидратации глиноземистого цемента и отсутствие перекристаллизации гидроалюминатов кальция [12]. Введение метаксаолина в глиноземистый цемент приводит к стабилизации гексагональных гидроалюминатов кальция при длительном твердении глиноземистого цемента, что позволило рекомендовать композиционный состав (глиноземистый цемент с добавкой 5% метаксаолина) для приготовления сухой смеси.

Также было установлено, что при вспучивании сухой смеси на основе глиноземистого цемента, глины «Кустиха», шамота и метаксаолина, содержащей добавку цитрата натрия и пенообразователь, при В/Т 0,45–0,7 формируются пенобетоны плотностью 300–600 кг/м³, при сушке которых через 5–10 сут образуются усадочные трещины за счет образования большого количества этtringита на единицу объема пенобетона [6]. Снижение количества этtringита может быть достигнуто за счет связывания гидроксида кальция в процессе начального структурообразования пенобетона в труднорастворимые соединения.

В работах [13, 14] приводятся данные об использовании в составе ячеисто-бетонных смесей добавки РСАМ, представляющей собой расширяющийся сульфоалюминатный модификатор, который дает возможность придать цементу такие свойства, как обеспечение компенсации усадочных деформаций и повышение прочности.

Установлено, что добавка РСАМ обладает расширяющим эффектом и в пенобетоне на основе двухкомпонентного вяжущего – глиноземистого цемента и глины «Кустиха», что позволяет использовать ее для компенсации усадки в присутствии добавки «Цитрат-Т».

Определена граничная концентрация РСАМ в количестве 15% от массы глиноземистого цемента, введение

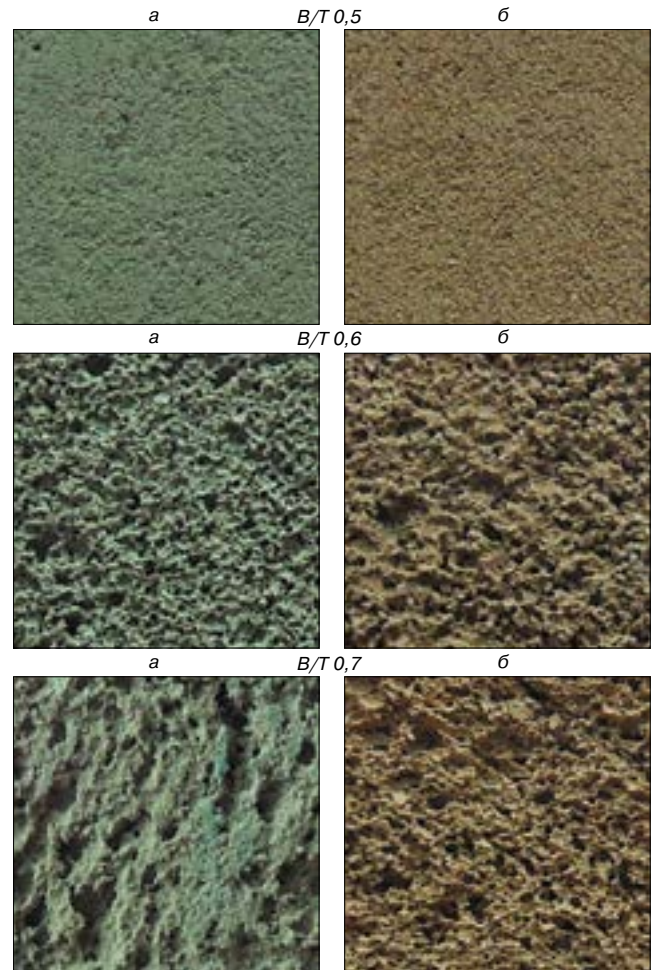


Рис. 2. Морфология поверхности сколов пенобетонов после сушки при 110°C (а) и обжига при 1000°C (б) в зависимости от соотношения В/Т. Увеличение $\times 8$

которой в сухую смесь обеспечивает проявление расширяющего эффекта при получении жаростойкого пенобетона.

Расширение области эффективного применения жаростойких пенобетонов возможно за счет дисперсного армирования волокнами минерального происхождения. Добавление в пенобетон волокна не может изменить ни плотность, ни теплопроводность материала. Однако это может сказаться на прочностных показателях. Одним из основных недостатков пенобетона является его высокая хрупкость. Кроме того, для жаростойких пенобетонов характерны усадочные деформации при нагревании, что приводит к появлению в них трещин, которые в дальнейшем ведут к разрушению всего материала. Для улучшения свойств жаростойких пенобетонов целесообразно дисперсное армирование минеральными волокнами, в частности базальтовыми. Базальтовое волокно является побочным продуктом получения базальтового ровинга. В работах [15, 16] установлено, что на границе пеноцементной массы и базальтового волокна, находящегося в аморфном состоянии, происходит хемосорбционное взаимодействие с появлением дополнительных новообразований, относящихся к низкоосновным гидросиликатам кальция. На поверхности тонких базальтовых волокон в местах механических дефектов создаются центры кристаллизации с образованием сети гексагональных пластин и игольчатых кристаллов, срастающихся со сферическими зёрнами цементной системы, дополнительно усиливая действия волокон как дисперсной арматуры.

Рассмотрев эффективность используемых компонентов сухой смеси для получения жаростойких пенобетонов, было проведено экспериментальное исследование по оптимизации состава сухой смеси, установлению оптимальных концентраций компонентов и влиянию состава на физико-химические свойства пеномассы и пенобетона. Установлено, что оптимальными концентрациями минеральных добавок в составе сухой смеси на основе глиноземистого цемента, глины «Кустиха» и шамота при их соотношении 1:1:1 являются, мас. %: метакаолин – 5; РСАМ – 5; базальтовое волокно – 3,2; добавка «Цитрат-Т» – 1,7 и пенообразователь Ufarogre 0,5. Из такого состава сухой смеси можно получить жаростойкий пенобетон без возникновения усадочных трещин плотностью 300–650 кг/м³ в зависимости от В/Т отношения (0,45–0,7) и прочностью при сжатии 0,2–2,5 МПа при естественном отверждении и 0,3–3,2 МПа после прогрева при 1000°С. Пенобетон при естественном отверждении имеет серый цвет, а после прогрева при 1000°С за счет твердофазного спекания глины с компонентами сухой смеси – красно-коричневый (рис. 1).

При определении В/Т важно учитывать, что одна часть воды затворения необходима для образования пены, а другая – для гидратации вяжущих и растворения твердых добавок и перерасход или нехватка воды в значительной степени ухудшает структуру пенобетона. Уменьшение В/Т позволяет повысить плотность и прочность пенобетонов, но при этом ухудшаются реологические свойства пеномассы. При повышении В/Т отношения наблюдается осадка пеномассы и уменьшение плотности и прочности пенобетонов. Установлено, что диапазон оптимального В/Т достаточно узок. При значениях В/Т меньше 0,45 процесс

формирования пенобетонной смеси осуществить невозможно. Если В/Т превышает 0,7, снижается однородность пор пенобетонной смеси (размеры пузырьков колеблются от 0,1 до 3 мм), на 30–40% увеличивается объем пеномассы после вспучивания и значительно уменьшается плотность пенобетона до 250–300 кг/м³ и его прочность (0,2–0,3 МПа).

Как видно из приведенных на рис. 2 фотографий морфологии поверхности сколов пенобетона после естественного твердения в течение 28 сут (а) и прогретых при 1000°С (б), с увеличением В/Т отношения от 0,45 до 0,7 увеличивается неоднородность пор и их размеры и не наблюдается усадочных трещин даже после прогрева при 1000°С.

Таким образом, в результате проведенной работы разработан состав сухой смеси на основе двухкомпонентного вяжущего (глиноземистого цемента и глины «Кустиха»), минеральных добавок (метакаолин, сульфоалюминатный модификатор РСАМ, отходы базальтового волокна), пенообразователя Ufarogre и ускоряющей и пластифицирующей добавки «Цитрат-Т», при затворении которой водой при В/Т отношении 0,45–0,7, последующем механическом вспучивании и отверждении пеномассы формируются жаростойкие пенобетоны плотностью 300–650 кг/м³ и прочностью при сжатии 0,2–3,2 МПа. Они приобретают начальную прочность за счет процессов гидратационного твердения глиноземистого цемента и набирают конечную прочность за счет процессов твердофазного спекания глины «Кустиха» с другими компонентами сухой смеси при их нагревании до 1000°С, которые в отличие от пенобетонов на основе портландцемента и глиноземистого цемента не снижают своей прочности, а наоборот, увеличивают.

Список литературы

1. Горлов Ю.П., Еремин Н.Ф., Седунов Б.У. Огнеупорные и теплоизоляционные материалы. М.: Стройиздат, 1976. 192 с.
2. Горин В.М., Сухов В.Ю., Нехаев П.Ф., Хлыстов А.И., Рязов Р.Т. Легкий жаростойкий бетон ячеистой структуры // *Строительные материалы*. 2003. № 8. С. 17–19.
3. Горлов Ю.П., Меркин А.П., Устенко А.А. Технология теплоизоляционных материалов. М.: Стройиздат, 1980. 316 с.
4. Юдин А.Н., Ткаченко Г.А., Измайлова Е.В. О методике проектирования состава неавтоклавных пенобетонов с одностадийным приготовлением ячеистой смеси // *Известия вузов. Строительство*. 2001. № 7. С. 21–25.
5. Кройчук Л.А. Опыт изготовления и использования сухих растворных смесей зарубежом // *Строительные материалы*. 2000. № 9. С. 16–17.
6. Кузнецова Т.В. Алуминатные и сульфоалюминатные цементы. М.: Стройиздат, 1986. 207 с.
7. Кривенко П.В., Скурчинская Ж.В., Демьянова Л.Е. и др. Гидратационно-дегидратационный процесс получения искусственного камня на основе щелочных алюмосиликатных связей // *Цемент*. 1993. № 3. С. 39–40.
8. Леонович С.Н., Свиридов Д.В., Беланович А.Л., Шукин Г.Л., Савенко В.П., Карпушенков С.А. Продление срока годности растворных смесей // *Строительные материалы*. 2012. № 10. С. 74–77.
9. Патент РБ 18077. Способ получения ускорителя твердения для бетонов и строительных растворов / Савенко В.П., Шукин Г.Л., Леонович С.Н.,

References

1. Gorlov Yu.P., Eremin N.F., Sedunov B.U. Ogneupornie i teploizolyacionnie materialy [Fire-resistant and heat-insulating materials]. Moscow: Stroyizdat. 1976. 192 p.
2. Gorin V.M., Suhov V.Yu., Nehaev P.F., Hlistov A.I., Riyazov R.T. Light heat-resistant concrete of cellular structure. *Stroitel'nye Materialy* [Construction materials]. 2003. No. 8, pp. 17–19. (In Russian).
3. Gorlov Yu.P., Merkin A.P., Ustenko A.A. Tekhnologiya teploizolyacionnih materialov [Technology of heat-insulating materials]. Moscow: Stroyizdat. 1980. 316 p.
4. Yudin A.N., Tkachenko G.A., Izmailova E.V. About a technique of composition design of not autoclave foam concretes with single-stage preparation of cellular mix. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo*. 2001. No. 7, pp. 21–25. (In Russian).
5. Kroichuk L.A. Experience of production and use dry cement mixes abroad. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2003. No. 9, pp. 16–17. (In Russian).
6. Kuznetsova T.V. Aluminatnie i sulfoaluminatnie tseменты [The aluminous and sulfoaluminous cements]. Moscow: Stroyizdat. 1986. 207 p.
7. Krivenko P.V. Hydration and dehydration process of receiving an artificial stone on the basis of the alkaline and silicate binding. *Cement*. 1993. No. 3, pp. 39–40. (In Russian).
8. Leonovich S.N., Sviridov D.V., Belanovich A.L., Shchukin G.L., Savenka V.P., Karpushenkov S.A. Prolongation of working life of mortar mixes. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2012. No. 10, pp. 74–77. (In Russian).
9. Patent RB No. 18077. *Sposob polucheniya uskoritelya tverdeniya dlya betonov i stroitel'nykh rastvorov* [Method

- Свиридов Д.В., Беланович А.Л., Радюкевич П.И., Карпушенков С.А. Заявл. 12.04.2012. Опубл. 30.04.2014. Бюл. № 2.
10. А.С. СССР 1715750. Сырьевая смесь для производства керамзита / Бетиков И.Е., Демидович Б.К. Заявл. 07.07.1989. Опубл. 29.02.1992. Бюл. № 8.
 11. Самченко С.В., Кривобородов Ю.Р., Влияние дисперсности специального цемента на структуру твердеющего камня // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2003. № 5. Ч. 11. С. 238–240.
 12. Кузнецова Т.В., Нефедьев А.П., Коссов Д.Ю. Кинетика гидратации и свойства цемента с добавкой метаксаолина // *Строительные материалы*. 2015. № 7. С. 3–4.
 13. Безрукова Т.Ф. Добавки в ячеистый бетон. М.: ВНИИЭСМ, 1990. 37 с.
 14. Сердюк В.Р., Вахитов С.Г. Интенсификация структурообразования и твердения ячеистых бетонов // *Промышленность строительных материалов. Сер. 8: Промышленность автоклавных материалов и местных вяжущих*. 1983. Вып. 11. С. 13–15.
 15. Василевская Н.Г., Енгджиевская И.Г., Калугин И.Г. Цементные композиции, дисперсно-армированные базальтовой фиброй // *Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета*. 2011. № 3. С. 153–158.
 16. Василевская Н.Г., Енгджиевская И.Г., Калугин И.Г. Управление структурой ячеистых фибробетонов // *Известия вузов. Строительство*. 2010. № 11–12. С. 17–20.
- of obtaining the hardener for the concretes and the mortars] Savenka V.P., Shchukin G.L., Leonovich S.N. et al. Declared 12.04.2012. Published 30.04.2014. Bulletin No. 2. (In Russian).
10. Patent Soviet Union No. 1715750. *Syr'evaya smes' dlya proizvodstva keramzita* [Raw mix for production of expanded clay] Betikov I.E., Demidovich B.K. Declared 07.07.1989. Published 29.02.1992. Bulletin No. 8. (In Russian).
 11. Samchenko S.V., Krivoborodov Yu.R. Influence of dispersion of special cement on structure of the hardening stone. *Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov*. 2003. No. 5. Part. 11, pp. 238–240. (In Russian).
 12. Kuznetsova T.V., Nefed'ev A.P., Kossov D.Yu. Kinetics of hydration and properties of cement with metakaolin addition. *Stroitel'nye Materialy* [Construction materials]. 2015. No. 7, pp. 3–4. (In Russian).
 13. Bezrukova T.F. *Dobavki v yacheistii beton* [Additives in cellular concrete]. Moscow: VNIIESM. 1990. 37 p.
 14. Serdyuk V.R., Vahitov S.G. *Intensification of structurization and curing of cellular concrete. Industry of construction materials. Ser. 8: Industry of autoclave materials and local swellings*. 1983. Vol. 11, pp. 13–15. (In Russian).
 15. Vasilevskaya N.G., Engdzhievskaya I.G., Kalugin I.G. The cement compositions reinforced by a disperse basalt fiber. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. 2011. No. 3, pp. 153–158. (In Russian).
 16. Vasilevskaya N.G., Engdzhievskaya I.G., Kalugin I.G. Management of cellular fibrobeton. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo*. 2010. No. 11–12, pp. 17–20. (In Russian).

17-я международная конференция BALTIMIX–2017

г. Казань, «Казанская Ривьера»

28–30 августа 2017 г.

ОРГАНИЗАТОРЫ:

Компания «Квинтет»

Московский Государственный Строительный Университет (МГСУ)

Санкт-Петербургский Государственный Архитектурно-Строительный Университет (СПбГАСУ)



ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА:

- Рынок ССС РФ: итоги полугодия и краткосрочные перспективы.
- Передовые технологии фасовки, паллетирования и упаковки сухих смесей.
- Техника и решения для механизации отделочных работ.
- Конкурентная ситуация на российском рынке ССС.
- Рынок наружных систем теплоизоляции.
- Внедрение высокотехнологичных решений на производствах ССС.
- Состояние российского рынка цемента, извести и микрокальцита.
- Использование специальных химических добавок для оптимизации рецептур ССС.
- Сухие строительные смеси специального назначения.
- ССС для реставрации, ремонта и санирования зданий.
- Эффективные транспортные решения для производства ССС.

За дополнительной информацией обращаться в компанию «Квинтет»:

Контакт: Мария Суслова Тел./факс: (812) 703-10-19

E-mail: msuslova@baltimix.ru Сайт: www.baltimix.ru, балтимикс.рф