

Источник: Коньков, В.В. Некоторые аспекты регулирования микроклимата в зданиях из бетона при применении штукатурок с влагорегулирующей способностью стен / В.В. Коньков, Е.А. Урецкая, Е.М. Плотникова // Проблемы современного бетона и железобетона : сб. науч. тр. / Ин-т БелНИИС; редкол.: О. Н. Лешкевич [и др.]. – Минск, 2015. – Вып. 7. – С. 41-52.



Коньков Вячеслав Викторович, канд. техн. наук, доцент,
заместитель генерального директора,
РУП «Институт БелНИИС», г. Минск (Беларусь)

Урецкая Евгения Авнеровна, канд. хим. наук, доцент, заведующая
научно-исследовательским отделом,
РУП «Институт БелНИИС», г. Минск (Беларусь)

Плотникова Елена Михайловна, ведущий инженер, РУП «Институт
БелНИИС», г. Минск (Беларусь)

Viatceslav Konkov, PhD in Engineering Science, associate professor,
deputy director general, “Institute BelNIIS”,
RUE, Minsk (Belarus)

Yauheniya Uretskaya, PhD in Chemical Science, associate professor,
head of the scientific-research department, “Institute BelNIIS”,
RUE, Minsk (Belarus)

Elena Plotnikova, principal engineer, “Institute BelNIIS”,
RUE, Minsk (Belarus)

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТА В ЗДАНИЯХ ИЗ БЕТОНА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ШТУКАТУРОК С ВЛАГОРЕГУЛИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ

SOME ASPECTS OF MICROCLIMATE CONTROL IN CONCRETE BUILDINGS WHEN APPLYING PLASTERS WITH MOISTURE-REGULATING CAPABILITY

АННОТАЦИЯ

Выполнен анализ зарубежного рынка штукатурных составов с высокой влагорегулирующей способностью. В статье приведена информация об особенностях изготовления штукатурок с влагорегулирующей способностью. Для производства штукатурки с влагорегулирующей способностью в качестве заполнителя использовали кварцевый песок и специальные пористые легкие заполнители, минеральные вяжущие, модифицирующие добавки и средства, улучшающие технические показатели конечного продукта. Весьма интересным способом регулирования влаги в жилых помещениях является использование пористых заполнителей, которые обладают способностью очень быстро собирать, сохранять, а затем медленно отдавать влагу. В результате выполнения данного исследования показано, что регулировать микроклимат в помещениях

жилого и производственного фондов можно не только за счет работы дорогостоящих систем кондиционирования, потребляющих значительное количество энергии, но и путем применения аккумулирующих и легко отдающих влагу строительных материалов. Выполнены исследования и разработаны штукатурные составы с влагорегулирующей способностью с использованием отечественных компонентов, позволяющие снизить риск конденсации водяного пара на стенах и возникновения грибков и плесени в помещении.

ABSTRACT

The analysis of foreign market of plaster compositions with high moisture-regulating capability has been carried out. The article contains the information about the peculiarities of production of plasters with moisture-regulating capability. In order to produce a plaster with moisture-regulating capability as a filler quartz sand and special porous light fillers, mineral binder, modifying additives and agents that improve technical indexes of a final product were used. A very interesting method of a humidity control in residential units is the application of porous fillers that are able to absorb quickly, preserve and then slowly give the moisture back. The result of the research shows that it is possible to control the microclimate in residential and production units not only owing to the expensive conditioning systems that consume quite a lot of energy, but also owing to the use of construction materials that retain and give the moisture back easily. The research has been carried out and plaster compositions with moisture-regulating capability with the use of domestic components has been worked out. The plaster compositions allow to reduce the risk of steam condensation at walls and of occurrence of fungus and mould in a building inner space.

Ключевые слова: влагорегулирующая способность, штукатурка, пористый наполнитель, сорбция влаги, десорбция влаги, воздухововлечение

Keywords: moisture-regulating capability, plaster, porous filler, moisture sorption, moisture desorption, air entrainment

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время требования к здоровому образу жизни, функциональности и индивидуальности жилья существенно возрастают. Соответственно, климат в помещении является значительным фактором для самочувствия и качества жизни человека. При этом заданные параметры микроклимата могут быть достигнуты не только за счет работы дорогостоящей системы кондиционирования, но и путем применения аккумулирующих и легко отдающих влагу строительных материалов.

Естественный микроклимат в помещении создается благодаря обеспечению заданного уровня влажности. Общеизвестно, что обеспечив достаточно высокую паропроницаемость стен, можно добиться комфортных условий внутри здания, избавиться от сырости и плесени, сэкономить не только на обогреве, но и на кондиционировании помещений. Отличная аккумулирующая способность и паропроницаемость штукатурки с высокой влагорегулирующей способностью обеспечивают сбалансированную влажность воздуха в помещении и приятный микроклимат. При этом чем выше способность стен и перекрытий к аккумулированию тепла, тем равномернее и комфортнее оказывается температура помещения. Существенным условием для «хорошего самочувствия» человека является также минимальная разница между температурой помещения и температурой поверхности стен.

В жилом здании постоянно идёт процесс движения влаги изнутри наружу через стены, когда температура наружного воздуха ниже комнатной. Количество выходящего наружу водяного пара зависит от разницы температуры и влажности снаружи и внутри помещения. При этом чем ниже влажность, тем меньше вероятность образования внутреннего конденсата.

Относительно стабильная влажность воздуха в помещении оказывает существенное влияние не только на здоровье жильцов, но и на потребление энергии в доме: чем суше воздух, тем меньше необходимо тепла на обогрев помещения.

Использование новаторских подходов, систем и материалов в строительстве даст возможность не только усовершенствовать уже существующие, но создавать принципиально новые материалы и технологии в данной отрасли строительства.

ШТУКАТУРКИ С ВЛАГОРЕГУЛИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ

Большинство инноваций, которые в настоящее время внедряются в строительной отрасли, связаны с созданием новых строительных материалов.

Весьма важным показателем строительного материала является его сорбционная влажность, так как она является одной из главных причин повреждения и разрушения зданий.

Влага вызывает или ускоряет следующие процессы: электрохимическую коррозию металлических изделий и деталей; химическое повреждение гипсовой облицовки, плит потолка, древесных материалов; изменение цвета архитектурных деталей здания; изменение объема

материалов конструкций (разбухание, коробление, усадка); биологические повреждения (образование плесени, рост растений, появление пылевых клещей).

Биологическим повреждениям, в основном грибковым, обусловленным влагой, в последнее время придается особое значение, так как данные явления могут оказывать влияние на здоровье людей, состояние конструкций и внешний облик зданий.

В результате жизнедеятельности людей и различных производственных процессов в зданиях имеют место значительные выделения влаги. При этом поступление водяного пара от разных источников весьма сильно различается. Так, например, испарение бассейна с подогретой водой или выделение пара при производстве бумаги намного больше, чем выделение влаги в результате присутствия небольшого количества людей в достаточно большом помещении.

Следует отметить, что относительно стабильная влажность воздуха в помещении оказывает значительное влияние на здоровье жильцов и на потребление энергии в доме. Известно, что чем суше воздух, тем меньше необходимо тепла на обогрев помещения. При этом жильцы дома лучше чувствуют себя в сухом воздухе, чем во влажном.

В таблице 1 указаны некоторые источники выделения влаги в зданиях и их величины.

Таблица 1

Интенсивность выделения влаги в зданиях

Источник выделения влаги	Интенсивность выделения влаги, л/сут
Люди (выделение пара одним человеком)	0,75 (сидячая работа) от 1,2 до 5 (тяжелая работа)
Увлажнители воздуха	от 2 до 20
Горячая ванна	от 2 до 20
Мытье полов	0,2
Мытье посуды	0,5
Приготовление еды на 4 человека	от 0,9 до 2 (3 при учете газа)
Холодильник с автоматическим оттаиванием	0,5
Умывание/мытье рук (на 1 человека)	от 0,2 до 0,4
Душ (на 1 человека)	0,5
Сезонная влагоотдача (или новые строительные материалы)	от 3 до 8 (зависит от конструкций здания)

При выполнении настоящей работы большое внимание уделялось влагоаккумулирующей способности штукатурных материалов и возможности их высыхания.

В целях решения этой проблемы компания «Sto AG» (Швейцария) в сотрудничестве со швейцарской федеральной лабораторией по материаловедению и технологиям «Empa» разработала специальную штукатурку для стен.

Отличительной особенностью данной штукатурки является ее способность поглощать влагу из воздуха гораздо эффективнее, чем подавляющее большинство существующих на данный момент традиционных известковых штукатурок. При ее создании разработчики придерживались следующих критериев: штукатурка должна быть влагорегулирующей, изготовленной на минеральной основе, простой в использовании и не слишком дорогостоящей по сравнению с существующими аналогами.

Данная штукатурка для стен способна поглощать 90 грамм водяного пара на 1 м², что на треть превышает аналогичные возможности лучшей штукатурки на глиняной основе. Как отмечают разработчики, для того, чтобы достигнуть максимальной степени поглощения влаги, влагорегулирующая штукатурка должна быть нанесена на стены толщиной 10 – 20 мм. Использование данного продукта значительно снижает риск конденсации водяного пара на холодных стенах. Влагорегулирующая штукатурка «вытягивает» избыток влаги из воздуха в помещении и выпускает обратно в помещение спустя несколько часов. Следует отметить, что относительно стабильная влажность воздуха в помещении оказывает огромное влияние на здоровье жильцов, а также на потребление энергии в доме. Известно, что чем суше воздух, тем меньше необходимо тепла на обогрев помещения. При этом жильцы дома лучше чувствуют себя в сухом воздухе, чем во влажном.

На мировом строительном рынке широко известна строительная фирма «Schaefer Krusemark» (Германия), которая также недавно начала работы над созданием влагорегулирующей штукатурки.

Для производства вышеуказанной штукатурки в качестве заполнителя используются высококачественные прокаленные пески и специальные гранулированные легкие заполнители, минеральные связующие, определенные добавки и средства, улучшающие технические показатели конечного продукта.

Вышеуказанные штукатурные составы обладают максимально высокой паропроницаемостью и хорошей адгезией. По мнению разра-

ботчиков, чем выше показатель паропроницаемости, тем лучше стена дышит, и тем быстрее она высыхает.

Интересным, на наш взгляд, способом регулирования влаги в жилых помещениях является использование пористых заполнителей [1, 2, 3].

Пористые заполнители обладают способностью очень быстро собирать, сохранять, а затем медленно отдавать влагу, выравнивая дневные и сезонные различия влажности. Данная штукатурная смесь должна поглощать большое количество влаги, а затем медленно отдавать её снова. Таким образом, достаточно простой и недорогой состав с использованием различных пористых заполнителей будет являться весьма эффективным в поддержании оптимального влажностного режима в домах.

В связи с вышесказанным для разработки влагорегулирующих штукатурок в настоящей работе применялись минеральные вяжущие (портландцемент М500 Д 20, известь гидратная), модифицирующие добавки (метилцеллюлоза «Mecellose FMC 2250», воздухововлекающая добавка «Berolan LPW 1»), тонкодисперсные наполнители (карбонат кальция, доломит), заполнитель (кварцевый песок), пористые заполнители (поровер, вермикулит вспученный, перлит вспученный, гранулы вспененного полистирола, керамзитовый песок) и целлюлозное волокно «Arbocel PWC 500».

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШТУКАТУРКИ С ВЛАГОРЕГУЛИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ

По нашему мнению, влагорегулирующее штукатурное покрытие стен должно отвечать следующим требованиям:

- воздухововлечение растворной смеси должно быть не менее 20 %;
- пористость штукатурного раствора – не менее 45 %;
- прочность сцепления должна быть со стеновым материалом – не менее 0,2 МПа;
- средняя плотность раствора должна быть не более 1100 кг/м³;
- коэффициент паропроницаемости штукатурных слоев должен быть – не менее 0,06 мг /м ч Па;
- влагопоглощение должно быть около 90 г/м²;
- влагоотдача штукатурного покрытия должна осуществляться в течение нескольких часов.

В данной статье представлены результаты исследований различных составов влагорегулирующих штукатурок. В частности, проводились

испытания прочностных характеристик цементного вяжущего с различным содержанием в них тонкодисперсных наполнителей (доломит, карбонат кальция).

В результате испытаний установлено, что при содержании карбоната кальция и доломита не более 20 масс. %, прочность на сжатие не изменяется. При повышении содержания доломита прочностные характеристики вяжущего снижаются. Увеличение содержания карбоната кальция в смесях более 20 масс. % приводит к незначительному уменьшению прочности на сжатие.

Следовательно, применение карбоната кальция как наполнителя во влагорегулирующие штукатурки является предпочтительным.

Кроме того, в результате испытаний установлено, что при использовании доломита в качестве тонкодисперсного наполнителя возможно образование высолов на штукатурном покрытии.

Для дальнейшей оптимизации штукатурных растворов применялись следующие способы создания пористой структуры материалов:

- вовлечение воздуха и образование воздушных пор непосредственно в растворе;
- приготовление раствора с введением легкого пористого заполнителя.

Для поризации штукатурных растворов путем вовлечения воздуха и образования воздушных пор непосредственно в растворе применялся порообразователь «Verolan LPW 1», стабилизирующий механический захват воздуха, в количестве от 0,01 до 0,06 % от массы сухой смеси.

Установлено, что воздухововлечение увеличивается до 20 % при содержании порообразователя в растворе не менее 0,02 %.

В настоящей работе для предотвращения эффекта «высыхания» и увеличения воздухововлечения применялись производные целлюлозы, а именно метилцеллюлоза «Mecellose FMC 22501» (МЦ). Установлено, что при введении в штукатурную смесь вышеуказанной добавки воздухововлечение достигает величины порядка 14 – 15 % .

Одним из основных компонентов при разработке влагорегулирующей штукатурки являются пористые заполнители. Тип пористого заполнителя определяется максимальным размером и формой зерен, зерновым составом, содержанием мелких частиц и пористостью.

Основным показателем качества растворов при использовании данных заполнителей является понижение плотности штукатурных растворов.

Искусственные пористые заполнители отличаются от заполнителей, полученных из промышленных отходов, стабильностью состава

и свойств, и поэтому заполнители этой категории рекомендуются для использования в составах строительных смесей для получения влагорегулирующей штукатурки.

В настоящей работе использовались следующие пористые заполнители:

- перлит вспученный зернового состава не более 1,5 мм и насыпной плотностью не более 100 кг/м³;
- вермикулит вспученный зернового состава не более 1,5 мм и насыпной плотностью не более 150 кг/м³;
- керамзитовый песок зернового состава не более 5 мм и насыпной плотностью 640 кг/м³;
- вспененный полистирол представляет собой гранулированный сыпучий материал, получаемый из вспенивающегося полистирола, в который введен образователь воздушных пор, насыпная плотность 35 кг/м³;
- попер, который представляет собой специальным образом переработанное, гранулированное стекло, раздутое в форму маленьких шариков с дисперсностью 0,1 – 0,3 и 0,2 – 0,5; легкий, прочный, химически стойкий, не горючий материал.

Заполнитель оказывает существенное влияние на сроки схватывания строительной смеси. Введенный в цементное тесто заполнитель вследствие проявления поверхностных сил сокращает период формирования структуры, причем, чем выше содержание заполнителя и его удельная поверхность, тем больше его влияние.

Наличие заполнителя существенным образом влияет на условия твердения цементного камня. В строительном растворе взаимодействие цемента с водой и его твердение происходят в тонких прослойках между зёрнами заполнителя при постоянном взаимодействии с ним. Заполнитель повышает водоудерживающую способность цементного теста, ограничивает усадочные деформации, способствует образованию кристаллического каркаса цементного камня, влияет на изменение температуры и влажности в твердеющем цементном камне.

Воздухововлечение и сорбция влаги в течение 3 часов экспозиции при влажности $(98 \pm 2) \%$ и температуре $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ влагурегулирующих штукатурок на цементном вяжущем с различными легкими заполнителями представлены на рисунке 1.

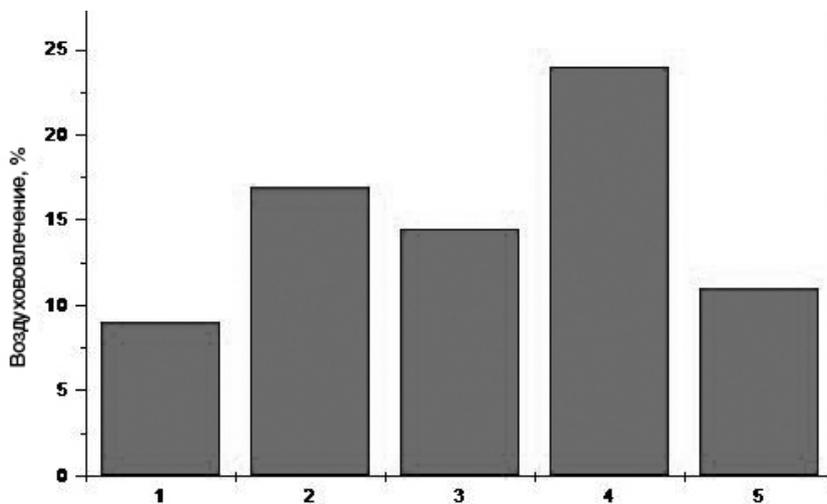


Рисунок 1. Воздухововлечение влагорегулирующей штукатурки на цементном вяжущем с легкими заполнителями

- 1 – контрольный состав;
- 2 – 10 % вспученный перлит;
- 3 – 20% поровера;
- 4 – 10 % вспученный вермикулит;
- 5 – 5% вспученный полистирол.

Следует отметить, что наибольшим воздухововлечением в данном случае обладает влагорегулирующая штукатурка, в которой в качестве пористого заполнителя применяется вспученный вермикулит.

При абсолютно сухом материале поры и капилляры заполнены воздухом. Однако если строительный материал находится в воздухе, содержащем водяной пар, определенное количество водяного пара проникает в воздушные поры материала и конденсируется на их стенках до тех пор, пока не установится равновесная влажность, которая зависит от парциального давления пара в окружающем воздухе.

Изменение содержания водяного пара во влагорегулирующей штукатурке на цементном вяжущем представлено на рисунке 2.

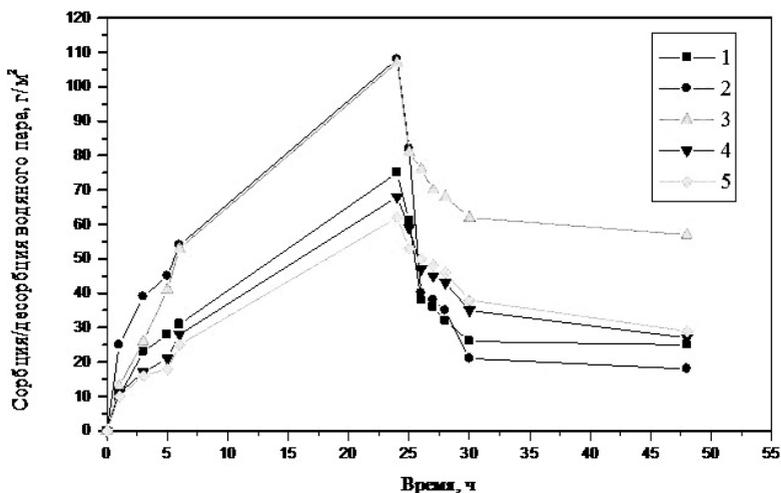


Рисунок 2. Изменение содержания водяного пара в штукатурке от времени выдержки: (1 – 24) ч – сорбция влаги при (98 ± 2) % влажности; (24 – 48) ч – десорбция влаги при (60 ± 5) % влажности

- 1 – 10 % вспученный перлит + 0,1 % МЦ;
- 2 – 10 % вспученный вермикулита + 0,1 % МЦ;
- 3 – 10 % вспученный вермикулита + 0,3 % МЦ;
- 4 – 20 % поровера + 0,1 % МЦ;
- 5 – 5 % вспученный полистирол + 0,1 % МЦ.

Таким образом, в результате научных исследований установлено, что оптимальным является состав влагорегулирующей штукатурки, содержащий 10 % вермикулита.

Для дальнейшей оптимизации состава влагорегулирующей штукатурки использовали целлюлозные волокна «Arbocel PWC 500», производимые из природного сырья. В данной работе волокна «Arbocel PWC 500», использовались в качестве загустителя, армирующего средства и адсорбента.

Зависимость воздухоовлечения влагорегулирующей штукатурки со вспученным вермикулитом от содержания вышеуказанного целлюлозного волокна представлена на рисунке 3.

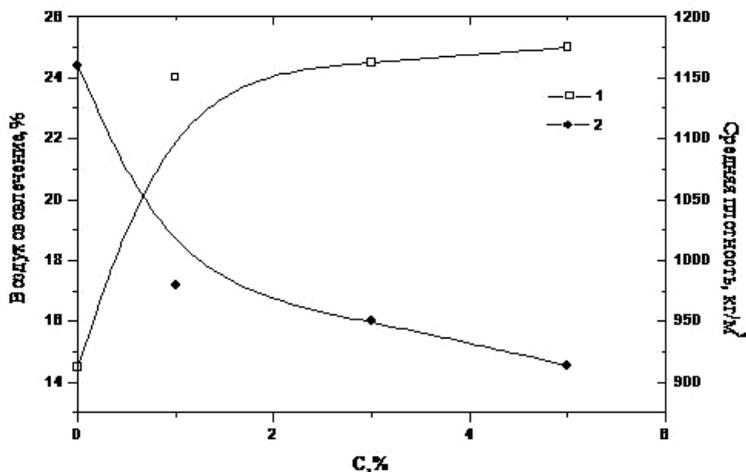


Рисунок 3. Зависимость воздухоовлечения (1) и средней плотности (2) влагорегулирующей штукатурки со вспученным вермикулитом от содержания целлюлозного волокна

Изменение содержания водяного пара во влагорегулирующей штукатурке, содержащей вспученный вермикулит, метилцеллюлозу «Mecellose FMC 22501», воздухоовлекающую добавку «Berolan LPW 1», целлюлозное волокно «Arbocel PWC 500», представлено на рисунке 4.

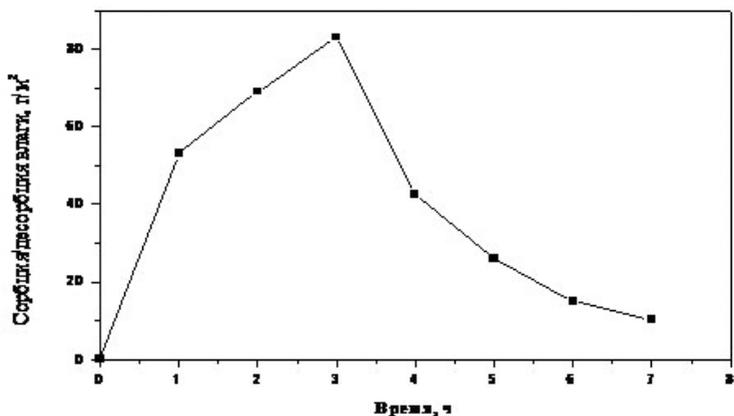


Рисунок 4. Изменение содержания водяного пара от времени: экспозиция (0-3) часа – сорбция влаги; экспозиция (3-7) часов – десорбция влаги

Таким образом, при выполнении настоящего исследования установлено, что штукатурки с высокой влагорегулирующей способностью обладают рядом преимуществ по сравнению с традиционными цементными штукатурками. Прежде всего, данные штукатурки активно «дышат». Их способность поглощать влагу из воздуха значительно лучше, чем у традиционных штукатурок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ мировой инженерной практики показал целесообразность регулирования микроклимата в помещениях жилого и производственного фондов не только за счет работы дорогостоящих систем кондиционирования, потребляющих значительное количество энергии, но и путем применения аккумулирующих и легко отдающих влагу строительных материалов.

Выполнены исследования и разработаны штукатурные составы с влагорегулирующей способностью с использованием отечественных компонентов, позволяющие снизить риск конденсации водяного пара на стенах и возникновение грибков и плесени в помещении.

Разработка штукатурных составов с высокой влагорегулирующей способностью в Республике Беларусь проведена впервые.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ахтямов, Р. Я. Состояние сырьевой базы вермикулитовой промышленности в России / Р. Я. Ахтямов // Строительные материалы. – 2001. – № 11. – С. 6–8.
2. Овчаренко, Е. Г. Перспективы производства и применения вспученного перлита / Е. Г. Овчаренко // Строительные материалы. – 1999. – № 2. – С. 14-15.
3. Зозуля, П. В. Оценка формы частиц мелкого заполнителя для строительных растворов смесей. / П. В. Зозуля // 4 межд. конф. «Batimix» – сухие строительные смеси для XXI века: технологии и бизнес»; сб. тезисов. – СПб., 2004. – С. 26 – 27.

REFERENCES

1. Akhmiatov R.Ya. *Building Materials*. 2001. No 11. pp. 6-8. (rus)
2. Ovcharenko Ye.G. *Building Materials*.1999. No 2. pp. 14-15. (rus)
3. Zozulya P.V. *Otsenka formy chastits melkogo zapolnitelya dlya stroitelnykh rastvornykh smesey* // Sbornik tezisov 4 mezhdunarodnoy konferentsii Batimix – sukhiye stroitelnyye smesi dlya XXI veka: tekhnologii i bizness [Proceedings of the 4th international conference Batimix – dry mortars for the XXI century: technologies and business]. Saint-Petersburg. 2004. pp. 26-27. (rus)

Статья поступила в редколлегию 05.11.2015