

The review of the results of master, Ph.D. and Doctorates research in the area of nanotechnologies, nanomaterials, housing and communal services and joint economic spheres

UDC 66.011

KARPOV Alexey Ivanovich, Ph.D. in Engineering, referent, International Academy of Engineering; Gazetny str., 9, bld. 4, 125009, Moscow, Russian Federation, e-mail: info@nanobuild.ru



REVIEW OF THE RESULTS OF PH.D. THESES IN THE AREA OF NANOTECHNOLOGIES AND NANOMATERIALS. Part 2

To popularize scientific achievements the main results of Russian and foreign scientists' research are published in the form of abstract. The research «Aerated concrete of autoclave hardening with the use of nanostructured modifier» has the following results:

1. The practicability of the use of the additives based on melamine-formaldehyde for plasticization of nanostructured silica modifier was proved. The optimal content of plasticizer is 0,1%.
2. The compositions of aerated concrete of autoclave hardening for construction and thermal insulation with quality classes D350–D500 and durability classes BO,75; B2,5–B5 were proposed.
3. The technology for production of aerated concrete of autoclave hardening which comprises the use of nanostructured modifier.

The specialists may be also interested in the research held by Vindizheva A.S. «Nanocomposite cable elastomers based on polyvinylchloride and aluminum silicates», Ashrapov A.Kh. «Polymer construction nanocomposites based on polyvinylchloride», Dyatlov A.K. «Fine-grained self-compacting concrete with complex nanocontaining additive», Khuzin A.F. «Cement composites with additives of multilayer carbon nanotubes», Ermolin M.S. «Rectification of nano- and microparti-

cles in rotating spiral columns for the analysis of polydispersed samples», Yukhaeva G.R. «Nanocomposite materials based on polyethylene and graphite nanoplates: synthesis, structure, properties», Shepelev D.S. «Energy exchange and localization of energy in carbon nanotubes», Nelyubova V.V. «Compressed silicate autoclave materials with the use of nanostructured modifier», Mironova A.S. «Nanofilled plaster compositions to increase durability of building facades», Goncharova M.A. «Structure formation and technology of construction and special composites based on little used metallurgy wastes», Maiorova L.A. «Controlled self-organization of azaporphyrins into 2D and 3D-nanostructures in Langmuir layers and Langmuir-Blodgett films».

Key words: nanostructured modifier, nanocomposite cable elastomers, construction nanocomposites, self-compacting concrete with complex nanocontaining additive, nanocomposite materials, nanofilled plaster compositions

DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2015-7-2-127-138

References:

1. *Altynnik N.I.* Gazobeton avtoklavnogo tverdenija s ispol'zovaniem nanostrukturirovanogo modifikatora [Aerated concrete of autoclave hardening with the use of nanostructured modifier]. Abstract of Ph.D. thesis. Electronic library of theses. Available at: <http://dslib.net> (date of access: 16.03.2015). (In Russian).
2. *Karpov A.I.* Results of research in the area of nanotechnologies and nanomaterials. Part 4. Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2014, Vol. 6, no. 4, pp. 51–58. Available at: http://nanobuild.ru/en_EN/ (date of access: 16.03.2015) (In Russian).
3. *Karpov A.I.* Results of research in the area of nanotechnologies and nanomaterials. Part 5. Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2014, Vol. 6, no. 5, pp. 68–85. DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2014-6-5-68-85. (In Russian).
4. *Diatlov A.K.* Melkozernistyj samouplotnjajushhij beton s kompleksnoj nanosoderzhashhej dobavkoj [Fine-grained self-compacting concrete with complex nanocontaining additive]. Abstract of Ph.D. thesis. Electronic library of theses. Available at: <http://dslib.net> (date of access: 16.03.2015). (In Russian).
5. *Karpov A.I.* Results of research in the area of nanotechnologies and nanomaterials. Part 6. Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2014, Vol. 6, no. 6, pp. 80–95. DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2014-6-6-80-95 (In Russian). (In Russian).
6. *Ermolin M.S.* Frakcionirovanie nano- i mikrochastich vo vrashhajushhijh spiral'nyh kolonkah pri analize polidispersnyh obrazcov [Rectification of nano- and microparticles in rotating spiral columns for the analysis of polydispersed samples]. Abstract of Ph.D. thesis. Electronic library of theses. Available at: <http://dslib.net> (date of access: 16.03.2015). (In Russian).

7. *Yukhaeva G.R.* Nanokompozicionnye materialy na osnove polijetilena i nanoplastin grafita: sintez, struktura, svojstva [Nanocomposite materials based on polyethylene and graphite nanoplates: synthesis, structure, properties]. Abstract of Ph.D. thesis. Electronic library of theses. Available at: <http://dslib.net> (date of access: 16.03.2015). (In Russian).
8. *Shepelev D.S.* Jenergoobmen i lokalizacija jenergii v uglerodnyh nanotrubkah [Energy exchange and localization of energy in carbon nanotubes]. Abstract of Ph.D. thesis. Electronic library of theses. Available at: <http://dslib.net> (date of access: 16.03.2015). (In Russian).
9. *Nelyubova V.V.* Pressovannye silikatnye avtoklavnye materialy s ispol'zovaniem nanostrukturirovannogo modifikatora [Compressed silicate autoclave materials with the use of nanostructured modifier]. Abstract of Ph.D. thesis. Electronic library of theses. Available at: <http://dslib.net> (date of access: 16.03.2015). (In Russian).
10. *Mironova A.S.* Nanonapolnennyye shtukaturnyye kompozicii dlja povysheniya dolgovechnosti fasadov zdaniy [Nanofilled plaster compositions to increase durability of building facades]. Abstract of Ph.D. thesis. Electronic library of theses. Available at: <http://dslib.net> (date of access: 16.03.2015). (In Russian).
11. *Karpov A.I.* Development of nanotechnologies in construction – a task which is of great importance for scientists. *Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction*. 2013, Vol. 5, no. 5, pp. 40–48. URL: http://nanobuild.ru/en_EN/ (date of access: 16.03.2015). (In Russian).
12. *Maiorova L.A.* Upravljaemaja samoorganizacija azaporfirinov v 2d- i 3d-nanostruktury v lengmjurovskih slojah i plenkah Lengmjura-Blodzhett [Controlled self-organization of azaporphyrins into 2D and 3D-nanostructures in Langmuir layers and Langmuir-Blodgett films]. Abstract of Ph.D. thesis. Electronic library of theses. Available at: <http://dslib.net> (date of access: 16.03.2015). (In Russian).
13. *Gusev B.V.* Development of nanotechnologies – the most important technological direction in construction. *Nanotechnologies Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction*. 2011, Vol. 3, no. 2, pp. 6–20. Available at: http://nanobuild.ru/ru_RU (Accessed: 16.03.2015).

DEAR COLLEAGUES!

THE REFERENCE TO THIS PAPER HAS THE FOLLOWING CITATION FORMAT:

Karpov A.I. An overview of the results of dissertation research in the field of nanotechnology and nanomaterials. Part 2. *Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction*. 2015, Vol. 7, no. 2, pp. 127–138. DOI: [dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2015-7-2-127-138](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2015-7-2-127-138)

Contact information

e-mail: info@nanobuild.ru

А.И. КАРПОВ *Обзор результатов диссертационных исследований в области нанотехнологий и наноматериалов. Часть 2*

Обзор результатов диссертационных исследований магистрантов, аспирантов, докторантов в области нанотехнологий и наноматериалов в строительстве, ЖКХ и смежных отраслях экономики

УДК 66.011

КАРПОВ Алексей Иванович, канд. техн. наук, референт, Международная инженерная академия; Газетный пер., 9, стр. 4, г. Москва, 125009, Российская Федерация, e-mail: info@nanobuild.ru



ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ И НАНОМАТЕРИАЛОВ.

Часть 2

С целью популяризации научных достижений в реферативной форме публикуются основные результаты исследований российских и зарубежных ученых. По направлению «Газобетон автоклавного твердения с использованием наноструктурированного модификатора» практическое значение работы:

1. Обоснована целесообразность использования добавок на меламиналформальдегидной основе для пластификации наноструктурированного модификатора силикатного состава. Оптимальное содержание пластификатора составляет 0,1%.

2. Предложены составы газобетона автоклавного твердения конструкционно-теплоизоляционного и теплоизоляционного назначения с марками по плотности D350–D500 и классами по прочности B0,75; B2,5–B5.

3. Предложена технология производства газобетона автоклавного твердения с учетом использования наноструктурированного модификатора.

Для специалистов также представляют интерес результаты исследований Виндижевой А.С. «Нанокompозитные кабельные пластикаты на основе поливинилхлорида и алюмосиликатов», Ашрапова А.Х. «Полимерные на-

нокомпозиты строительного назначения на основе поливинилхлорида», Дятлова А.К. «Мелкозернистый самоуплотняющийся бетон с комплексной наносодержащей добавкой», Хузина А.Ф. «Цементные композиты с добавками многослойных углеродных нанотрубок», Ермолина М.С. «Фракционирование нано- и микрочастиц во вращающихся спиральных колонках при анализе полидисперсных образцов», Юхасовой Г.Р. «Нанокпозиционные материалы на основе полиэтилена и нанопластин графита: синтез, структура, свойства», Шепелева Д.С. «Энергообмен и локализация энергии в углеродных нанотрубках», Нелюбовой В.В. «Прессованные силикатные автоклавные материалы с использованием наноструктурированного модификатора», Мироновой А.С. «Нанонаполненные штукатурные композиции для повышения долговечности фасадов зданий», Гончаровой М.А. «Структурообразование и технология композитов общестроительного и специального назначения на основе малоиспользуемых отходов металлургии», Майоровой Л.А. «Управляемая самоорганизация азапорфиринов в 2d- и 3d-наноструктуры в лентгмюровских слоях и пленках Ленгмюра-Блоджетт» и др.

Ключевые слова: наноструктурированный модификатор, наноккомпозитные кабельные пластикаты, наноккомпозиты строительного назначения, самоуплотняющийся бетон с комплексной наносодержащей добавкой, нанокпозиционные материалы, нанонаполненные штукатурные композиции.

DOI: [dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2015-7-2-127-138](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2015-7-2-127-138)

Газобетон автоклавного твердения с использованием наноструктурированного модификатора

Актуальность

В настоящее время одним из распространенных строительных материалов, используемых для возведения гражданских и промышленных зданий, является автоклавный газобетон. Это обусловлено тем, что он сочетает в себе высокие прочностные показатели с хорошими теплоизолирующими свойствами. Однако ежегодно возрастающие требования потребителей приводят к необходимости повышения качества выпускаемых изделий. Добиться этого возможно как за счет использования технологических приемов, так и корректировки состава газобетона путем введения различных модифицирующих компонентов [1].

А.И. КАРПОВ Обзор результатов диссертационных исследований в области нанотехнологий и наноматериалов. Часть 2

В последнее время одним из способов повышения эксплуатационных характеристик строительных материалов является использование наносистем природного и техногенного происхождения. Введение модифицирующих компонентов наноразмерного уровня в состав строительных композитов способствует направленному формированию их структуры и позволяет получать изделия с заранее заданными свойствами.

Работа выполнялась при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации: государственный контракт 16.740.11.0770; соглашение 14.В37.21.1218; государственное задание 3.4601.2011; программа стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова.

Цель и задачи работы

Повышение эффективности производства газобетона автоклавного твердения за счет использования наноструктурированного модификатора (НМ) силикатного состава.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Исследование влияния способа механоактивации кремнеземистого сырья на его активность.
2. Изучение особенностей поризации, формирования макро- и микроструктуры газобетона в доавтоклавный период в зависимости от состава формовочной смеси.
3. Подбор составов и технологии производства автоклавного газобетона с наноструктурированным модификатором.
4. Подготовка нормативных документов для реализации теоретических и экспериментальных исследований. Промышленная апробация.

Научная новизна работы

Предложены принципы проектирования газобетона автоклавного твердения с использованием наноструктурированного модификатора силикатного состава, заключающиеся в оптимизации макро- и микроструктуры газобетона в доавтоклавный период и интенсификации фазообразования в гидротермальных условиях. Наноструктурированный модификатор позволяет оптимизировать реотехнологические свойства

ячеистобетонной смеси, что обеспечивает плавный интенсивный процесс газообразования приростом объема смеси, снижение времени вспучивания, снижение толщины межпоровых перегородок при сохранении требуемых прочностных характеристик готовых изделий.

Установлено влияние метода помола и дисперсности кремнеземистого компонента на его активность. Способы помола проранжированы по степени увеличения активности полученных кварцевых компонентов: мокрый помол → сухой помол (оба – до $S_{ya} = 300-350 \text{ м}^2/\text{кг}$) → мокрый постадийный помол с получением наноструктурированного модификатора ($S_{ya} > 5000 \text{ м}^2/\text{кг}$). При сухом помоле активность компонентов обусловлена аморфизацией поверхности твердой фазы за счет механоактивации; при мокром постадийном – формированием высокоактивной коллоидной фракции. Показано, что коллоидная фракция наноструктурированного модификатора характеризуется самопроизвольным течением, приводящим к формированию самоорганизующейся плотноупакованной структуры сырьевой смеси. Установлено, что реакционная способность наноструктурированного модификатора обеспечивается большим количеством активных брэндстедовских кислотных центров и гидроксильных функциональных групп на поверхности частиц твердой фазы, способных к физическому и химическому взаимодействию, что определяет ее реакционную способность.

Установлены особенности фазообразования в системе «цемент–известь–кремнезем» в гидротермальных условиях в присутствии наноструктурированного модификатора силикатного состава, заключающиеся в том, что реакционно-активный компонент НМ способствует смещению С–S–Н-фазообразования в низкоосновную область и снижению концентрации альфа-гидрата двухкальциевого силиката. В системе формируется оптимальное соотношение низко- и высокоосновных гидросиликатов кальция, что способствует повышению прочностных характеристик газобетона и его долговечности.

Практическое значение работы

1. Обоснована целесообразность использования добавок на меламинформальдегидной основе для пластификации наноструктурированного модификатора силикатного состава. Оптимальное содержание пластификатора составляет 0,1%.

А.И. КАРПОВ Обзор результатов диссертационных исследований в области нанотехнологий и наноматериалов. Часть 2

2. Предложены составы газобетона автоклавного твердения конструкционно-теплоизоляционного и теплоизоляционного назначения с марками по плотности D350–D500 и классами по прочности B0,75; B2,5–B5.
3. Предложена технология производства газобетона автоклавного твердения с учетом использования наноструктурированного модификатора.

Внедрение результатов исследований

Полупромышленная апробация разработанных составов и технологии производилась на базе опытно-промышленного цеха «Наноструктурированных композиционных материалов» БГТУ им. В.Г. Шухова, автоклавирование газобетонных изделий производилось на ОАО «Аэробел». Подписан протокол с ООО «Стройкомполит» (Якутия) о создании цеха по производству газобетона в рамках строящегося завода по выпуску ячеистых композитов автоклавного твердения.

Для внедрения результатов работы разработаны следующие технические документы:

1. Рекомендации по применению наноструктурированного модификатора в качестве компонента при производстве газобетона автоклавного твердения.
2. Стандарт организации СТО 02066339-004-2013 «Газобетон автоклавного твердения с использованием наноструктурированного модификатора».
3. Технологический регламент на производство газобетона автоклавного твердения с использованием наноструктурированного модификатора.

Теоретические положения диссертационной работы, результаты экспериментальных исследований и промышленной апробации используются в учебном процессе при подготовке бакалавров по направлению 270800.62 «Строительство» профилей «Производство строительных материалов, изделий и конструкций» и «Наносистемы и трансфер технологий», а также магистров по направлению 270800.68 «Строительство» профилей «Технология строительных материалов, изделий и конструкций» и «Наносистемы в строительном материаловедении».

Апробация работы

Основные положения диссертационной работы были представлены на следующих мероприятиях: международной научно-технической конференции «Новые энерго- и ресурсосберегающие наукоемкие технологии в производстве строительных материалов» (Пенза, 2009); международном молодёжном научном форуме «Ломоносов–2010» (Москва, 2010); XV академических чтениях РААСН – международной научно-технической конференции «Достижения и проблемы материаловедения и модернизации строительной индустрии» (Казань, 2010); международной научно-практической конференции «Инновационные материалы и технологии» (Белгород, 2011); всероссийской научно-практической конференции «Ресурсо-энергоэффективные технологии в строительном комплексе региона» (Саратов, 2012); международной научно-практической конференции «Строительный комплекс России. Наука. Образование. Практика» (Улан-Удэ, 2012); XII международной молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки» (Нижний Новгород, 2013); международной научной конференции «Эффективные композиты для архитектурной геоники» (Белгород, 2013).

Для специалистов также представляют интерес результаты исследований Виндижевой А.С. «Нанокompозитные кабельные пластикаты на основе поливинилхлорида и алюмосиликатов» [2], Ашрапова А.Х. «Полимерные нанокompозиты строительного назначения на основе поливинилхлорида» [3], Дятлова А.К. «Мелкозернистый самоуплотняющийся бетон с комплексной наносодержащей добавкой» [4], Хузина А.Ф. «Цементные композиты с добавками многослойных углеродных нанотрубок» [5], Ермолина М.С. «Фракционирование нано- и микрочастиц во вращающихся спиральных колонках при анализе полидисперсных образцов» [6], Юхаевой Г.Р. «Нанокompозиционные материалы на основе полиэтилена и нанопластин графита: синтез, структура, свойства» [7], Шепелева Д.С. «Энергообмен и локализация энергии в углеродных нанотрубках» [8], Нелюбовой В.В. «Прессованные силикатные автоклавные материалы с использованием наноструктурированного модификатора» [9], Мироновой А.С. «Нанонаполненные штукатурные композиции для повышения долговечности фасадов зданий»

А.И. КАРПОВ Обзор результатов диссертационных исследований в области нанотехнологий и наноматериалов. Часть 2

[10], Гончаровой М.А. «Структурообразование и технология композитов общестроительного и специального назначения на основе малоиспользуемых отходов металлургии» [11], Майоровой Л.А. «Управляемая самоорганизация азарпорфиринов в 2d- и 3d-наноструктуры в ленгмюровских слоях и пленках Ленгмюра-Блоджетт» [12] и др.

Редакция электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал» предлагает магистрантам, аспирантам, докторантам опубликовать результаты своих исследований в области нанотехнологий и наноматериалов в строительстве, ЖКХ и смежных отраслях экономики [12].

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

При использовании материала данной статьи
ПРОСИМ ДЕЛАТЬ БИБЛИОГРАФИЧЕСКУЮ ССЫЛКУ НА НЕЁ:

Карпов А.И. Обзор результатов диссертационных исследований в области нанотехнологий и наноматериалов. Часть 2 // Нанотехнологии в строительстве. – 2015. – Том 7, № 2. – С. 127–138. – DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2015-7-2-127-138.

DEAR COLLEAGUES!

THE REFERENCE TO THIS PAPER HAS THE FOLLOWING CITATION FORMAT:

Karpov A.I. An overview of the results of dissertation research in the field of nanotechnology and nanomaterials. Part 2. Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2015, Vol. 7, no. 2, pp. 127–138. DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2015-7-2-127-138.

Библиографический список:

1. *Алтынник Н.И.* Газобетон автоклавного твердения с использованием наноструктурированного модификатора: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Электронная библиотека диссертаций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dslib.net> (дата обращения: 16.03.2015).
2. *Карпов А.И.* Результаты исследований в области нанотехнологий и наноматериалов. Часть 4 // Нанотехнологии в строительстве. – 2014. – Том 6, № 4. – С. 51–58. – URL: http://nanobuild.ru/ru_RU/ (дата обращения: 16.03.2015).
3. *Карпов А.И.* Результаты исследований в области нанотехнологий и наноматериалов. Часть 5 // Нанотехнологии в строительстве. – 2014. – Том 6, № 5. – С. 68–85. – DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2014-6-5-68-85.
4. *Дятлов А.К.* «Мелкозернистый самоуплотняющийся бетон с комплексной наносодержащей добавкой»: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Электронная библиотека диссертаций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dslib.net> (дата обращения: 16.03.2015).
5. *Карпов А.И.* Результаты исследований в области нанотехнологий и наноматериалов. Часть 6 // Нанотехнологии в строительстве. – 2014. – Том 6, № 6. – С. 80–95. – DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2014-6-6-80-95.
6. *Ермолин М.С.* Фракционирование нано- и микрочастиц во вращающихся спиральных колонках при анализе полидисперсных образцов: Автореф. дис. канд. хим. наук. – Электронная библиотека диссертаций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dslib.net> (дата обращения: 16.03.2015).
7. *Юхаева Г.Р.* Наноконпозиционные материалы на основе полиэтилена и нанопластин графита: синтез, структура, свойства: Автореф. дис. канд. хим. наук. – Электронная библиотека диссертаций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dslib.net> (дата обращения: 16.03.2015).
8. *Шепелев Д.С.* Энергообмен и локализация энергии в углеродных нанотрубках: Автореф. дис. канд. физ-мат. наук. – Электронная библиотека диссертаций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dslib.net> (дата обращения: 16.03.2015).
9. *Нелюбова В.В.* Прессованные силикатные автоклавные материалы с использованием наноструктурированного модификатора: Автореф. дис. канд. хим. наук. – Электронная библиотека диссертаций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dslib.net> (дата обращения: 16.03.2015).
10. *Миринова А.С.* Нанонаполненные штукатурные композиции для повышения долговечности фасадов зданий: Автореф. дис. канд. техн. наук. Электронная

А.И. КАРПОВ Обзор результатов диссертационных исследований в области нанотехнологий и наноматериалов. Часть 2

библиотека диссертаций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dslib.net> (дата обращения: 16.03.2015).

11. *Карпов А.И.* Развитие нанотехнологий в строительстве – актуальнейшая задача ученых и инженеров. Часть 5 // Нанотехнологии в строительстве. – 2013. – Том 5, № 5. – С. 40–48. – URL: http://nanobuild.ru/ru_RU/ (дата обращения: 16.03.2015).
12. *Майорова Л.А.* Управляемая самоорганизация азапорфиринов в 2d- и 3d-наноструктуры в ленгмюровских слоях и пленках Ленгмюра-Блоджетт: Автореф. дис. канд. физ.-мат. наук. – Электронная библиотека диссертаций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dslib.net> (дата обращения: 16.03.2015). (In Russian).
13. *Гусев Б.В.* Развитие нанотехнологий – актуальнейшее технологическое направление в строительной отрасли // Нанотехнологии в строительстве. – 2011. – Т. 3, № 2. – С. 6–20. – URL: http://nanobuild.ru/ru_RU (дата обращения: 16.03.2015).

Контакты

e-mail: info@nanobuild.ru