ISSN 2075-8545

НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ научный Интернет-журнал 2013•Том 5•№ 1

NANOTECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION A Scientific Internet-Journal 2013•Vol. 5•№ 1

NANOTEHNOLOGII V STROITEL'STVE nauchnyj Internet-zhurnal 2013•Tom 5•№ 1

ЛАУРЕАТ ПРЕМИИ РОССИЙСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ОЛИМП-2010

ИНЖЕНЕРНАЯ ДОБЛЕСТЬ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОНКУРС СТРОЙМАСТЕР-2011 ЛАУРЕАТ КОНКУРСА

ИННОВАЦИИ ВО ВСЕХ СФЕРАХ ЛАУРЕАТ ПРЕМИИ В ОБЛАСТИ ИННОВАЦИЙ «ВРЕМЯ ИННОВАЦИЙ–2012»

В НОМЕРЕ:

IN THE ISSUE:

- **Р**езультаты отраслевого исследования «Развитие российского рынка нанотехнологических продуктов в строительной отрасли до 2020 года»
- **T**he results of the industrial research «Development of Russian market of nanotechnological products in construction until 2020»

- **V** Международная научно-практическая online-конференция «Применение нанотехнологий в строительстве»
- **V** International Theoretical and Practical Online-Conference «Application of Nanotechnologies in Construction Industry»

- **Р**езультаты исследований, направленных на разработку наномодифицированных высокопрочных легких бетонов конструкционного назначения, обладающих низкой средней плотностью и высоким показателем предела прочности при сжатии
- **T**he results of research aimed at development of nanomodified high-strength lightweight concretes for construction, which are characterized by low average density and high ultimate compressive strength

www.nanobuild.ru **e-mail: info@nanobuild.ru**

Nanobuild.ru
из НАНО строится ГИГАуспех!
GIGAsuccess is built from NANO!

2013 • Том 5 • № 1 / 2013 • Vol. 5 • no. 1

Nanobuild.ru

Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал
Nanotechnologies in construction: a scientific Internet-journal

Научно-техническая поддержка
Российская инженерная академия

Scientific and technical support
Russian Engineering Academy

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Председатель редакционного совета

ГУСЕВ Борис Владимирович – главный редактор электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал», президент РИА, академик РИА и МИА, член-корреспондент РАН, заслуженный деятель науки РФ, лауреат Государственных премий СССР и РФ, эксперт РОСНАНО, доктор технических наук, профессор

Члены редакционного совета

АНАНЯН Михаил Арсенович – генеральный директор ЗАО «Концерн «Наноиндустрия», президент Национальной ассоциации наноиндустрии, академик РАЕН, доктор технических наук

КАЛЮЖНЫЙ Сергей Владимирович – директор Департамента научно-технической экспертизы, член Правления ОАО «Роснано», доктор химических наук, профессор

КОРОЛЁВ Евгений Валерьевич – директор НОЦ «Нанотехнологии» Национального исследовательского университета «Московский государственный строительный университет», советник РААСН, доктор технических наук, профессор

КОРОЛЬ Елена Анатольевна – советник при ректорате, зав. кафедрой технологий строительного производства МГСУ, академик РИА, член-корр. РААСН, доктор технических наук, профессор;

EDITORIAL COUNCIL

Chairman of the editorial council

GUSEV Boris Vladimirovich – editor-in-chief of electronic issue «Nanotechnologies in construction: a scientific Internet-journal», president of Russian Academy of Engineering, member of Russian and International Engineering Academies, Associate Member of RAS, honoured man of science of RF, laureate of USSR and RF State prizes, RUSNANO's expert, Doctor of engineering, Professor

Members of the editorial council

ANANYAN Mikhail Arsenovich – Director general of CC «Concern «Nanoindustry», President of National association of nanoindustry, member of RANS, Doctor of engineering

KALIUZHNIY Sergei Vladimirovich – Director of Scientific and technical commission of experts, board member of RUSNANO plc, Doctor of Chemistry, Professor

KOROLEV Evgeniy Valerjevich – Director of the Research and Educational Center «Nanotechnology», National Research University «Moscow State University of Civil Engineering», Adviser of RAACS, Doctor of Engineering, Professor

KOROL Elena Anatolievna – Adviser of University Administration, Head of the Chair «Technologies of Construction Industry», Member of REA, Corresponding member of the RAACS, Doctor of Engineering, Professor

ЛЕОНТЬЕВ Леопольд Игоревич – член президиума РАН, академик РАН

РОТОТАЕВ Дмитрий Александрович – генеральный директор ОАО «Московский комитет по науке и технологиям», доктор технических наук, профессор

ТЕЛИЧЕНКО Валерий Иванович – ректор МГСУ, академик РААСН, заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор

ФЕДОСОВ Сергей Викторович – ректор ИГАСУ, руководитель Ивановского отделения РИА, академик РААСН, заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор

ЧЕРНЫШОВ Евгений Михайлович – академик РААСН, председатель Центрального регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук, начальник Управления академического научно-образовательного сотрудничества Воронежского ГАСУ, доктор технических наук, профессор

ШЕВЧЕНКО Владимир Ярославович – директор Института химии силикатов им. И.В. Гребенщикова, академик РАН

LEONTIEV Leopold Igorevich – member of presidium of RAS, academic of RAS

ROTOTAEV Dmitry Alexandrovich – Director general of PC «Moscow committee on science and technologies», Doctor of Engineering, Professor

TELICHENKO Valerij Ivanovich – rector of MSUCE, member of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, honoured man of science RF, Doctor of Engineering, Professor

FEDOSOV Sergei Viktorovich – rector of ISUAC, head of Ivanovo branch of REA, Member of the RAACS, honoured man of science of RF, Doctor of engineering, Professor

CHERNYSHOV Evgenij Mikhailovich – academic of RAACS, chairman of Central regional department of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, chief of Voronezh SUACE Department of academic scientific and educational cooperation, Doctor of Engineering, Professor

SHEVCHENKO Vladimir Jaroslavovich – Director of Grebenshikov Institute of silicate chemistry, member of RAS

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Председатель редакционной коллегии

ГУСЕВ Борис Владимирович – главный редактор электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал», президент РИА, академик РИА и МИА, член-корреспондент РАН, заслуженный деятель науки РФ, лауреат Государственных премий СССР и РФ, эксперт РОСНАНО, доктор технических наук, профессор

EDITORIAL BOARD

Chairman of the editorial board

GUSEV Boris Vladimirovich – editor-in-chief of electronic issue «Nanotechnologies in construction: a scientific Internet-journal», president of Russian Academy of Engineering, member of Russian and International Engineering Academies, Associate Member of RAS, honoured worker of science of RF, USSR and RF State prizes laureate, RUSNANO's expert, Doctor of engineering, Professor

Nanobuild.ru

Члены редакционной коллегии

БАЖЕНОВ Юрий Михайлович – научный руководитель НОЦ «Нанотехнологии» Национального исследовательского университета «Московский государственный строительный университет», академик РИА, академик РААСН, доктор технических наук, профессор

ЗВЕЗДОВ Андрей Иванович – президент ассоциации «Железобетон», первый вице-президент Российской инженерной академии, академик РИА и МИА, заслуженный строитель РФ, доктор технических наук, профессор

ИСТОМИН Борис Семёнович – ведущий сотрудник ЦНИИПромзданий, академик Международной академии информатизации, академик Академии проблем качества, доктор архитектуры, профессор

МАГДЕЕВ Усман Хасанович – зам. генерального директора по науке ЗАО «НИПТИ «Стройиндустрия», академик РААСН, лауреат премий Правительства СССР и РФ, доктор технических наук, профессор

САХАРОВ Григорий Петрович – профессор кафедры «Строительные материалы» МГСУ, заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор, почётный профессор МГСУ

СТЕПАНОВА Валентина Фёдоровна – зам. директора НИИЖБ – филиала ФГУП «НИЦ «Строительство», академик МИА, доктор технических наук, профессор

ФАЛИКМАН Вячеслав Рувимович – вице-президент ассоциации «Железобетон», академик РИА, лауреат премии Правительства РФ, Почетный строитель России, член Бюро Международного союза экспертов и лабораторий по испытанию строительных материалов, систем и конструкций (РИЛЕМ), член технического комитета Американского института бетона ACI 236 D «Нанотехнологии в бетоне», профессор МГСУ

Members of the editorial board

BAZHENOV Yury Mikhailovich – scientific adviser of the Research and Educational Center «Nanotechnology», National Research University «Moscow State University of Civil Engineering», Member of REA, Academician of RAACS, Doctor of Engineering, Professor

ZVEZDOV Andrej Ivanovich – President of the association «Reinforced concrete», the 1st Vice-president of Russian Engineering Academy, Member of REA and IEA, Honored constructor of Russia, Doctor of Engineering, Professor

ISTOMIN Boris Semeonovich – leading member of CSRI of industrial buildings, member of International Academy of Informatization, member of Academy of quality problems, Doctor of Architecture, Professor

MAGDEEV Usman Khasanovich – deputy director on science of CC «RDTI «Stroiindustria», member of RAACS, laureate of USSR and RF State prizes, Doctor of Architecture, Professor

SAKHAROV Grigory Petrovich – professor of the Construction materials Department of MSUCE, honoured man of science of RF, Doctor of Engineering, Professor, honoured professor of MSUCE

STEPANOVA Valentina Feodorovna – deputy director of Research Institute of Reinforced concrete – FSUE branch «RC «Construction», member of IEA, Doctor of Engineering, Professor

FALIKMAN Vyacheslav Ruvimovich – Vice-President of Association «Reinforced Concrete», Academician of REA, Russian Government Award Laureate, Honorary Builder of Russia, Member of International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Systems and Structures (RILEM) Bureau, Member of Technical Committee of American Concrete Institute ACI 236 D «Nanotechnologies in Concrete», Professor of MSUCE

СОДЕРЖАНИЕ

Гусев Б.В., Фаликман В.Р., Лайстнер Ш. и др. Отраслевое технологическое исследование «Развитие российского рынка нанотехнологических продуктов в строительной отрасли до 2020 года» 6

V Международная научно-практическая online-конференция «Применение нанотехнологий в строительстве» (15–16 мая 2013 года) 18

Иноземцев А.С., Королев Е.В. Прочность наномодифицированных высокопрочных легких бетонов 24

Выставка «Строительство» – ориентация на эффективное развитие 39

Карпов А. И. Развитие нанотехнологий в строительстве – актуальнейшая задача ученых и инженеров 42

Весенний строительный форум в Уфе 56

Результаты работы предприятий строительной отрасли по итогам 2012 в системе B2B-Center 59

Модернизация технологии гранулированного пеностекла и перспективы использования материала 64

Способ получения нанопорошков из различных электропроводящих материалов (патент 2475298) 77

О наращивании интеллектуального капитала и его защите путем патентования 87

Перечень требований к оформлению материалов и условия представления статей 88

ISSN 2075-8545

NANOTECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION: A SCIENTIFIC INTERNET-JOURNAL

NANOTEHNOLOGII V STROITEL'STVE: NAUCHNYJ INTERNET-ZHURNAL

CONTENTS

Gusev B.V., Falikman V.R., Leistner S. et al. Industrial technological research «Development of Russian market of nanotechnological products in construction until 2020» 6

The V International Theoretical and Practical Online-Conference «Application of Nanotechnologies in Construction Industry» (15–16 May 2013) 18

Inozemtcev A.S., Korolev E.V. Strength of nanomodified high-strength lightweight concretes 24

The exhibition «Construction» – the way to efficient development..... 39

Karpov A.I. Development of nanotechnologies in construction – a task which is of great importance for scientists and engineers 42

Spring Construction Forum in Ufa 56

The results of the work of construction enterprises in the system B2B-Center in 2012 59

Modernization of granulated foam glass technology and potential application of the material 64

A method for production of nanopowders from different electroconductive materials (the patent 2475298)..... 77

On the build-up of intellectual capital and its protection by means of patenting 87

The list of requirements to the material presentation and article publication conditions..... 88

УДК 69

ГУСЕВ Борис Владимирович, президент Российской инженерной академии (РИА), сопредседатель Высшего инженерного совета России, член-корреспондент РАН, д-р техн. наук, проф.;
ФАЛИКМАН Вячеслав Рувимович, действительный член РИА, национальный делегат РИЛЕМ в Российской Федерации, член Бюро РИЛЕМ, первый зам. председателя ТК 465 «Строительство» Росстандарта, профессор МГСУ;
Д-р Штеффен ЛАЙСТНЕР, партнер Booz & Company, руководитель представительства компании в России и СНГ, PhD (Горная академия, Фрайберг, Германия), магистр делового администрирования (Гарвардская Школа бизнеса, США);
Бенни ЙОШПА, руководитель проектов московского офиса Booz & Company, стратегический консультант, технологический эксперт, руководитель программы по разработке новейших технологий, магистр по информационным технологиям (Технион, Израиль), магистр делового администрирования(бизнес-школа INSEAD, Франция/Сингапур);
ПЕТУШКОВ Александр Владимирович, инженер, советник управляющего директора ОАО «РОСНАНО»

GUSEV Boris Vladimirovich, President of Russian Engineering Academy (REA), Co-chair of the High Engineering Council of Russian Federation, Associate Member of RAS, Doctor of Engineering, Professor;
FALIKMAN Vyacheslav Ruvimovich, Full member of REA, RILEM National Delegate in Russian Federation, Member of RILEM Bureau, First Deputy Chair of TC 465 «Construction» of Rosstandart, Professor of MSUCE;
Dr.-Ing. Steffen LEISTNER is a Partner with Booz & Company, and leads its business Russia and the CIS, has 20 years' experience in consulting with Booz & Company focusing on the telecommunications and high tech industries. Dr Leistner holds a PhD in engineering from University Bergakademie Freiberg in Germany, and an MBA from Harvard Graduate School of Business Administration in the USA;
Benny YOSHPA is a Senior Associate from Booz & Company's Moscow office, has above 10 years of experience in various areas of high tech industries as a strategy consultant, a technology expert and a manager of emerging technology development program. Benny holds MSc in Computer Sciences from Technion (Israel) and MBA from INSEAD (France/Singapore);
PETUSHKOV Alexander Vladimirovich, Engineer, Advisor of the Managing Director of RUSNANO

ОТРАСЛЕВОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ «РАЗВИТИЕ РОССИЙСКОГО РЫНКА НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ ДО 2020 ГОДА».

ЧАСТЬ 1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И ПОДХОД К РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА

INDUSTRIAL TECHNOLOGICAL RESEARCH «DEVELOPMENT OF RUSSIAN MARKET OF NANOTECHNOLOGICAL PRODUCTS IN CONSTRUCTION UNTIL 2020».

PART 1. A STATEMENT OF THE TASK AND AN APPROACH TO REALIZE THE PROJECT

Публикуются отдельные результаты отраслевого исследования «Развитие российского рынка нанотехнологических продуктов в строительной отрасли до 2020 года». Авторы приглашают всех заинтересованных специалистов и профильные организации к широкому общественному обсуждению.

Some results of the industrial research «Development of Russian market of nanotechnological products in construction until 2020» have been published. Authors invite all interested specialists and specialized organization to take part in the broad public discussion.

Ключевые слова: нанотехнологии, наноматериалы, строительство, нанотехнологическая продукция, рынок, наноиндустрия, дорожные карты.

Key words: nanotechnologies, nanomaterials, construction, nanotechnological products, market, nanoindustry, road maps.

Промышленность строительных материалов и строительство, несмотря на их определенно консервативный характер, вынуждены все чаще сталкиваться с нанотехнологиями, которые называют «индустриальной революцией XXI века». Новые закономерности, новые методы испытаний и исследований создают значительный потенциал для создания высокотехнологичных продуктов и процессов, отличающихся гарантированными показателями надежности, развивают принципы получения современных «суперматериалов» – наноматериалов [1, 2].

Свидетельством этому являются большие национальные проекты по развитию наноматериалов и нанотехнологий в строительстве, реализуемые в Европейском сообществе, США, Канаде, Австралии, Японии, Китае и ряде других стран. Многие международные профессиональные организации создали рабочие комитеты, комиссии и группы, активно работающие в этой сфере. Один из таких комитетов – ТС 197-NCM – был создан, например, Международным союзом экспертов и лабораторий в области строительных материалов, систем и конструкций (РИЛЕМ). Большой объем работ предусмотрен планами Технического комитета «Нанотехнологии в бетоне» ACI 236D Американского института бетона.

Присутствие в строительном сегменте наноматериалов и нанотехнологий становится все более заметным. Сегодня в совокупном мировом рынке нанопродукции, и по объемам, и в денежном выражении, строительство «потребляет» до 3% общего рынка наноматериалов, а в отдельных сегментах, например, нанокомпозитах – до 11%, что, с учетом «добавленной стоимости» в изделиях, конструкциях, зданиях и соору-

жениях, приводит к возможному объему продаж нанотоваров и наноуслуг на уровне примерно в 95–100 млрд долларов. По нашему прогнозу, основанному на данных аналитических агентств [3, 4], к 2015 году объем этого рынка может возрасти до 400 млрд долларов.

Строительная отрасль по своей природе заметно отличается от иных областей человеческой деятельности. Она чаще, чем иные отрасли, пытается в большей степени использовать разработки и изобретения, созданные в других отраслях науки и промышленности, чем создавать их внутри себя. Частично это обусловлено специфическими характеристиками ее «продукта» – зданий и сооружений – поскольку помимо очень высокой комплексности, он, этот продукт, рассчитан на весьма продолжительный жизненный цикл, в отличие, например, от микроэлектроники, информационных технологий или даже автомобильной промышленности, где обновление происходит значительно быстрее. Исторически строительство отличает и очень низкий уровень инвестиций в научно-исследовательские работы (не более 0,2–0,4% объема продаж при среднем уровне 3,5–4,5% для экономики, в целом), что не только затрудняет создание новых технических решений, но и адаптацию уже существующих. И, наконец, очень высокий уровень начальных инвестиций, несомненно, сдерживает развитие наноматериалов и нанотехнологий в строительстве, особенно, если принять во внимание, что в этом секторе представлен, в основном, мелкий и средний бизнес. Так, например, только 4% строительного рынка «интернациональны», и работа большинства его участников носит весьма локальный характер.

Все это предопределяет желание максимально сократить инновационный цикл и немедленно получить конкретный результат – новый материал, новую технологию, новое решение, связанное с обеспечением безопасности и охраной окружающей среды.

Концепция развития в Российской Федерации работ в области нанотехнологий определила нанотехнологии как совокупность методов и приёмов, обеспечивающих возможность контролируемым образом создавать и модифицировать объекты, которые включают компоненты с размерами менее 100 нм, хотя бы в одном измерении, и в результате этого получившие принципиально новые качества, позволяющие осуществить их интеграцию в полноценно функционирующие системы большого масштаба. В более широком смысле этот термин – нанотех-

нологии – охватывает также методы диагностики, методологии оценки технических характеристик и исследований таких объектов.

При этом под термином ***«нанотехнологическая продукция»*** подразумевают промышленную и потребительскую продукцию, созданную с использованием наноматериалов/нанотехнологий.

Как правило, выделяют три группы нанотехнологической продукции:

- первичная нанотехнологическая продукция – продукция (нанообъекты, наносистемы, особо чистые вещества), созданная непосредственно с применением нанотехнологий, включая базовое сырье и полуфабрикаты для наноиндустрии (в частности, нанопорошки и наноматериалы);
- наносодержащая продукция – продукция (товары), содержащая нанотехнологические компоненты (нанообъекты, наносистемы и особо чистые вещества), в том числе произведенная с использованием первичной нанотехнологической продукции;
- нанотехнологические работы и услуги – работы и услуги, проведение (оказание) которых осуществляется с использованием нанотехнологий или технологий применения первичной нанотехнологической и (или) содержащей нанопродукцию.

Таким образом, *первичным нанопродуктом* являются собственно наноматериалы, которые составляют ядро нанорынка. Они используются в производстве товаров конечного потребления, которые, в свою очередь, являются *вторичными нанопродуктами*.

При оценке объемов рынка вторичных нанопродуктов важно располагать данными о количестве и объемах используемых наноматериалов, т.е. первичных нанопродуктов, что позволяет оценить реальные объемы рынка и устранить эффект многократного счета продаж.

В 2011 году Правительство РФ своим Распоряжением от 07.07.2011 № 1192-р «Об утверждении категорий продукции наноиндустрии в части товаров и услуг» определило критерии нанотоваров и наноуслуг [5]. Это сделано для создания системы государственного статистического наблюдения за производством и реализацией продукции наноиндустрии.

Согласно подписанному 7 июля распоряжению, товары и услуги наноиндустрии делятся на четыре категории: «А», «Б», «В» и «Г».

Продукция наноиндустрии категории «А» (первичная нанотехнологическая продукция) – товары, представляющие собой нанокомпо-

ненты (нанообъекты и наносистемы), в том числе используемые как сырье и полуфабрикаты для производства продукции наноиндустрии категорий «Б», «В» и «Г».

Продукция относится к категории «А», если она соответствует одному из следующих критериев:

- содержит составляющие компоненты, которые определяют ее функциональные свойства и характеристики и размер которых хотя бы в одном измерении находится в пределах от 1 до 100 нм (для продукции нанобиотехнологий верхний предел определяется размером белков, ДНК, биологических молекул и иных органических соединений);
- продукция произведена путем манипулирования отдельными атомами, молекулами.

Продукция категории «Б» – это товары, содержащие нанокомпоненты (продукцию категории «А»). Товары можно считать нанотоварами категории «Б», если нанокомпоненты придают им «новые, принципиально важные функциональные свойства и обеспечивают существенное улучшение характеристик».

Продукция наноиндустрии категории «В» – это товары или услуги, не содержащие нанокомпоненты, но при производстве (оказании) которых используются нанотехнологии или нанокомпоненты (продукция категории «А»). К категории «В» продукция относится только в том случае, если использование нанотехнологий при производстве товаров и оказании таких услуг обеспечивает существенное улучшение характеристик.

К категории «Г» относится оборудование, необходимое для производства и контроля нанопродукции. Такая продукция должна соответствовать одному из двух критериев: обеспечивать качество измерения или контроля характеристик нанокомпонентов, недостижимое иными методами, или «возможность контролируемого манипулирования отдельными атомами и молекулами, в том числе при производстве продукции наноиндустрии категорий «А», «Б» и «В».

Распоряжение Правительства определяет общую идеологию отнесения товаров и услуг к нанотехнологической продукции. Критерии определения нанопродукции должны получить дальнейшее развитие в локальных нормативных актах ведомств и заинтересованных участников рынка.

С 2011 года Росстат должен наладить систему учета наноиндустрии. В январе–сентябре 2010 года уже было проведено пилотное исследование по 115 компаниям в этой сфере. Результаты исследования показали, что в общем объеме отгруженной продукции на продукцию, связанную с нанотехнологиями, пришлось лишь 0,3%, а, например, в сфере производства машин и оборудования еще меньше – 0,1%, в сфере производства транспортных средств и оборудования – 0,001%.

В России развитием наноиндустрии занимается ОАО «Роснано», которое инвестирует отобранные проекты с потенциалом коммерциализации, как правило, на правах миноритарного партнера. Целевая задача Роснано – в 2015 году вывести отрасль наноиндустрии в стране на объем продаж не менее 900 млрд рублей, что сопоставимо с общей выручкой крупнейших сырьевых компаний. Такой объем позволит России увеличить свою долю на мировом рынке наноиндустрии с 0,07% до 3%.

В нанотехнологическом кластере «Материалы», к которому относится и сегмент «Строительные материалы», в России сегодня занято 45 производящих компаний, созданных при участии или при патронаже ОАО «РОСНАНО», задействовано 36 научно-исследовательских институтов и центров, образовательные стандарты поддерживают 12 ВУЗов.

Российский рынок наноматериалов и нанотехнологий в строительстве имеет ряд специфических особенностей. Так, например, несмотря на то, что мировой рынок нанотехнологичных строительных материалов оценивается в 12 млрд долл., спрос на них в России практически отсутствует. Основной причиной такого низкого спроса является ряд серьезных экономических и регуляторных барьеров.

В настоящее время ОАО «РОСНАНО» реализует несколько крупных проектов в строительной сфере [6]. На стадии промышленного производства – нетканые материалы из негорючего ПЭТ-волокна, модифицированного по технологии крейзинга; наноструктурированный гидроксид магния (антипирен); наноматериалы на основе крупнотоннажных полимеров и слоистых алюмосиликатных наполнителей; композиционный материал «Унирем» на основе резинового порошка в качестве модификатора асфальтобетонных смесей и битумов для дорожных покрытий; высококачественные препреги из углеродных и минеральных волокон на основе наномодифицированных и нанонаполненных полиамидных и эпоксидных связующих; композитная неметаллическая арматура; наноструктурированные мембраны и разделительные модули для очистки

воды в социальной сфере и промышленности;солнечные модули на базе технологии «тонких пленок» Oerlikon. Кроме того, на стадии строительства и подготовки производства находятся проекты по выпуску наномодифицированного флоат-стекла и материалов из пеностекла.

В активной проработке на уровне «старт-апов» и трансфера технологий еще несколько интересных проектов: современные технологии обработки поверхностей конструкций методами газотермического напыления и наплавки покрытий из наноструктурированных материалов; высокофункциональные стекла: фотохромные, энергосберегающие, антибактериальные и др.; полимерные композиты с наполнителями из наночастиц и нанотрубок, обладающие повышенной прочностью и низкой воспламеняемостью; фотокаталитические отделочные материалы (цементные краски, штукатурки); изделия из базальта, и, несомненно, широкая гамма модифицированных бетонов с уникальными свойствами [7].

Рис. 1. **Нанотехнологии в строительстве и архитектуре [8]**

На форуме RUSNANOTECH был представлен проект «Нанодом», проиллюстрировавший те нанотехнологические решения, которые можно будет использовать в современном строительстве. Среди них – уже упомянутые высокотехнологичные негорючие материалы; низкоэмиссионные стекла, которые обладают способностью удерживать тепло; материалы для солнечных и геотермальных источников энергии; светодиодные системы освещения; фотокаталитические системы очистки воздуха, разлагающие любую органику до воды и углекислого газа; интеллектуальные системы, управляющие энергопотреблением, освещением и другими процессами, происходящими в доме; современные краски и материалы, обладающие бактерицидными свойствами, которые будут незаменимыми при при строительстве детских и медицинских учреждений.

Расширяя свою активность в строительном секторе, ОАО «Роснано» провело конкурс на выполнение отраслевого технологического исследования «Развитие рынка строительной нанотехнологической продукции в России до 2020 года». Этот проект был реализован в 2012 году консалтинговой компанией «Booz & Company» (США) и Российской инженерной академией.

У проекта было несколько **ключевых целей**:

- определить перспективные нанотехнологические строительные материалы в наиболее динамично развивающихся областях производства;
- определить первоочередные шаги по формированию в отрасли благоприятной среды для производства и использования нанотехнологической продукции;
- создать вспомогательный инструмент для системного поиска перспективных проектов в области производства нанотехнологических строительных материалов и нанотехнологических решений в строительстве;
- создать вспомогательный инструмент для государственных регулирующих органов для учета при формировании политики по стимулированию развития строительного сектора и отдельных отраслей производства.

Кроме того, по результатам этого исследования у проектных и строительных компаний должна появиться хорошая основа для обоснованного выбора наиболее эффективной строительной нанопродукции, отвечающей современным требованиям по энергоэффективности, без-

опасности, экологичности, долговечности, экономической эффективности.

Конечными пользователями технологического исследования должны стать ОАО «РОСНАНО», строительные компании, производители строительных материалов, проектные организации, государственные регулирующие органы, инвесторы, исследовательские институты.

В ходе работы, в которой были задействованы ведущие эксперты, специалисты научно-исследовательских, проектно-конструкторских и технологических организаций отрасли, предприятия, выпускающие и поставляющие на рынок нанотехнологическую продукцию, ВУЗы, ведущие подготовку специалистов, профильные общественные союзы и ассоциации, был выполнен обзорный анализ существующих аналогичных аналитических исследований в разных странах, определены общие тенденции строительного рынка в области строительных материалов и их применения, обозначены основные «игроки» на мировом рынке и основные нанотехнологические центры в области строительства, проанализированы важнейшие направления новых разработок.

На основании проведенного анализа исполнителями осуществлен обоснованный выбор 5–7 ключевых сегментов строительных материалов, производимых с использованием нанотехнологий (далее – инновационные материалы), и уточнена текущая ситуация по выбранным сегментам в мировой строительной индустрии с описанием наиболее успешно применяемых технологий.

Особое внимание в отчете уделено оценке основных проблем, возникающих при продвижении нанопродукции от этапа НИОКР до этапа ее использования конечными потребителями, действующей нормативно-правовой базе, регулирующей применение инновационных строительных материалов, приведены примеры положительного и отрицательного влияния государственного нормативного регулирования в области производства и внедрения инновационной строительной продукции.

Технологическое исследование определило основных игроков на международном рынке инновационных материалов и технологий, важнейшие направления новых разработок (основные исследовательские группы, производители, инновационные строительные компании).

Основная часть работы – анализ и прогноз возможного развития рынка Российской Федерации для выбранных сегментов в качественных и количественных показателях, новых материалов и технологий,

перспективных для внедрения в РФ, с описанием направлений их применения (временные горизонты прогноза – 2015, 2020 и 2025 год). Одновременно выполнен SWOT-анализ эффективности применения инновационных материалов в выбранных сегментах по техническим и экономическим показателям (в сопоставлении с традиционно используемыми).

Крайне важным, с точки зрения разработчиков, было выявление существующих в России экономических, законодательных и иных барьеров по продвижению инновационных материалов на рынке, а также драйверов и стимулирующих факторов рынка инновационных материалов. Наконец, результатом работы стали «Дорожные карты» применения наноматериалов и нанотехнологий в строительстве по 6 сегментам (цемент и бетон; древесина и деревообработка; композиты; краски и покрытия; стекло; термоизоляция) и строительным материалам, в целом; план действий для усиления «дорожных карт»; рекомендации по 14 перспективным проектам, а также общие подходы к преодолению барьеров и созданию благоприятной среды для развития наноматериалов и нанотехнологий в строительстве.

Все это, как нам представляется, позволит определить краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные перспективы, а также наметить конкретные пути широкого использования последних достижений для повышения качества строительства, обеспечения долговечности и надежности зданий и сооружений, охраны окружающей среды и снижения общих издержек.

Развитие наноиндустрии в строительном секторе экономики России должно стать мощным инструментом интеграции ее задержавшегося в развитии технологического комплекса в международный рынок высоких технологий, надежным обеспечением конкурентоспособности отечественной наукоемкой продукции, что позволит России восстановить и поддерживать паритет с ведущими государствами в ряде ключевых областей науки и техники, ресурсо- и энергосбережении, в создании экологически адаптированных производств, в повышении качества и уровня жизни населения, а также обеспечении необходимого уровня безопасности государства.

Уважаемые коллеги!
При использовании материала данной статьи просим делать библиографическую ссылку на неё:

Гусев Б.В., Фаликман В.Р., Лайстнер Ш. и др. Отраслевое технологическое исследование «Развитие российского рынка нанотехнологических продуктов в строительной отрасли до 2020 года» // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2013, Том 5, № 1. С. 6–17. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_1_2013.pdf (дата обращения: __ _____ _____).

Dear colleagues!
The reference to this paper has the following citation format:

Gusev B.V., Falikman V.R., Leistner S. et al. Industrial technological research «Development of Russian market of nanotechnological products in construction until 2020». Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2013, Vol. 5, no. 1, pp. 6–17. Available at: http://www.nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_1_2013.pdf (Accessed __ _____ _____). (In Russian).

Библиографический список:

1. *Гусев Б.В.* Развитие нанонауки и нанотехнологий // Промышленное и гражданское строительство. 2007. № 4. С. 45–46.
2. *Фаликман В.Р.* Об использовании нанотехнологий и наноматериалов в строительстве // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2009. № 1. С. 24–34.
URL: http // www.nanobuild.ru (дата обращения: 10.02.2011).
3. *Breadley J.* The Recession's Ripple Effect on Nanotech. State of the Market Report. Lux Research Inc. 2009. June.
4. Nanotechnology in Construction to 2011. Industry Study: Freedonia. 2007. 174 pp.
5. Собрание законодательства РФ. 18.07.2011. № 29. Ст. 4525.
6. *Falikman V.R., Petushkov A.V.* Development of Russian Market of Nanotechnology Construction Products till 2020 // Nanotechnology in Construction: 4th International Symposium. Agios Nicolaos. Crete: Greece. 2012. May 20–22. 120 p. CD. p. 112.

7. *Фаликман В.Р., Соболев К.Г.* «Простор за пределом», или как нанотехнологии могут изменить мир бетона // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2010. № 6. С. 17–31 / 2011. № 1. С. 21–33. Гос. регистр. № 0421100108. URL: http // www.nanobuild.ru (дата обращения: 10.02.2011).
8. Hessian Ministry of Economics, Transport, Urban and Regional Development. Einsatz von Nanotechnologien in Architektur und Bauwesen. 2007. Source: Schrag GmbH VDI TZ.

References:

1. *Gusev B.V.* Development of nano-science and nano-technologies // Industrial and Civil Engineering. 2007. № 4. P. 45–46.
2. *Falikman V.R.* About the use of nano-technologies and nano-materials in construction // Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet Journal. Moscow. CNT «NanoStroitelstvo». 2009. № 1. P. 24–34. URL: http // www.nanobuild.ru (date of access: 10.02.2011).
3. *Breadley J.* The Recession's Ripple Effect on Nanotech. State of the Market Report. Lux Research Inc. 2009. June.
4. Nanotechnology in Construction to 2011. Industry Study: Freedonia. 2007. 174 pp.
5. Code of Laws of Russian Federation. 18.07.2011. № 29. Pt. 4525.
6. *Falikman V.R., Petushkov A.V.* Development of Russian Market of Nanotechnology Construction Products till 2020 // Nanotechnology in Construction: 4th International Symposium. Agios Nicolaos. Crete: Greece. 2012. May 20–22. 120 p. CD. p. 112.
7. *Falikman V.R., Sobolev C.G.* «There's plenty of room at the bottom», or how nanotechnologies can change the world of concrete // Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet Journal. Moscow. CNT «NanoStroitelstvo». 2010. № 6. P. 17–31 / 2011. № 1. P. 21–33. URL: http // www.nanobuild.ru (date of access: 10.02.2011).
8. Hessian Ministry of Economics, Transport, Urban and Regional Development. Einsatz von Nanotechnologien in Architektur und Bauwesen. 2007. Source: Schrag GmbH VDI TZ.

НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
V Международная научно-практическая on-line конференция

Nanobuild.ru
из НАНО строится ГИГАуспех!
GIGAsuccess is built from NANO!

NNN

V МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ ONLINE-КОНФЕРЕНЦИЯ

«ПРИМЕНЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»

(15–16 МАЯ 2013 г.)

THE V INTERNATIONAL THEORETICAL AND PRACTICAL ONLINE-CONFERENCE

«APPLICATION OF NANOTECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION INDUSTRY»

(15–16 MAY 2013)

Интернет-портал NanoNewsNet (www.nanonewsnet.ru) и электронное издание «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» (www.nanobuild.ru) совместно проводят V Международную научно-практическую online-конференцию «Применение нанотехнологий в строительстве».

Internet-portal NanoNewsNet (www.nanonewsnet.ru) and electronic edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» (www.nanobuild.ru) jointly hold The V International Theoretical and Practical Online-Conference «Application of Nanotechnologies in Construction Industry».

Сопредседатели оргкомитета конференции:

ГУСЕВ Борис Владимирович, президент Российской и Международной инженерных академий, член-корреспондент РАН, эксперт РОСНАНО, доктор технических наук, профессор;

ТЕЛИЧЕНКО Валерий Иванович, ректор Национального исследовательского университета ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет», академик РААСН, доктор технических наук, профессор.

Co-chairmen of Conference Organizing Committee:

GUSEV Boris Vladimirovich, President of Russian and International Academies of Engineering, Associate Member of RAS, Expert of ROSNANO, Doctor of Engineering, Professor;

TELICHENKO Valerij Ivanovich, Rector of National Research University «Moscow State University of Civil Engineering», Academician of RAASN, Doctor of Engineering, Professor.

Организационный комитет:

Питер Дж. М. БАРТОШ, профессор Королевского Университета Белфаста (Великобритания), председатель Технического комитета по нанотехнологиям в строительных материалах РИЛЕМ (2002–2009 гг.), бывший руководитель Шотландского центра по нанотехнологиям в строительных материалах (Университет Западной Шотландии);

БЕЛОВ Владимир Владимирович, проректор по инновационной и научно-образовательной деятельности Тверского государственного технического университета, зав. кафедрой производства строительных изделий и конструкций, почетный работник науки и образования Тверской области, советник РААСН, д-р техн. наук, профессор;

КАЛЮЖНЫЙ Сергей Владимирович, директор Департамента научно-технической экспертизы, член Правления ОАО «РОСНАНО», д-р хим. наук, профессор;

КОРОЛЕВ Евгений Валерьевич, директор научно-образовательного

Organizing committee:

Prof. Peter J.M. BARTOS, The Queen's University of Belfast, UK, Chair of RILEM Technical Committee TC 197-NCM on Nanotechnology in Construction Materials (2002–2009), former Head of Scottish Centre for Nanotechnology in Construction Materials (University of West Scotland);

BELOV Vladimir Vladimirovich, Vice-rector on innovation and scientific-educational activity of Tver State Technical University, Chair of the Department «Processing of building materials and structures», Honourable Worker of Science and Education of the Tver Region, Doctor of Engineering, Professor, Adviser of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences;

KALYUZHNYI Sergey Vladimirovich, Head of Department of Scientific and Technical Expertise, Member of the Executive Board of RUSNANO, Doctor of Science (Chemistry), Professor;

KOROLEV Evgenij Valerjevich, Director of the Research and Educational

центра по направлению «Нанотехнологии», Национальный исследовательский университет «Московский государственный строительный университет», д-р техн. наук, профессор;

Антонио ПОРРО, директор по развитию бизнеса консалтинговой группы TECNALIA – Исследования и инновации, Испания; приглашенный профессор Шотландского центра по нанотехнологиям в строительных материалах (Университет Западной Шотландии);

ПОНОМАРЕВ Андрей Николаевич, генеральный директор ЗАО «Научно-технический Центр Прикладных Нанотехнологий», проф. инженерно-строительного факультета СПбГПУ, вице-президент Нанотехнологического общества России;

СОБОЛЕВ Константин Геннадиевич, доцент Университета Висконсин-Милуоки, председатель Технического комитета ACI 236D по нанотехнологиям в бетоне, США;

ФАЛИКМАН Вячеслав Рувимович, Национальный делегат РИЛЕМ в РФ, член Бюро РИЛЕМ, первый зам. председателя ТК 465 «Строительство» Росстандарта, профессор МГСУ;

ФИГОВСКИЙ Олег Львович, действительный член Европейской академии наук, иностранный член РИА и РААСН, главный редактор журналов SITA, OCJ и RPCS, директор компании «Nanotech Industries, Inc.», Калифорния, США, директор Международного нанотехнологического исследовательского центра «Polymate» (Израиль);

Сурендра П. ШАХ – профессор университета Уолтера П. Мерфи, директор первого, общепризнанного Национальным научным фондом науки и технологии, Центра перспективных цементных материалов Северо-За-

Center «Nanotechnology», Moscow State University of Civil Engineering, Doctor of Engineering, Professor;

Dr. Antonio PORRO, Business Development Director of TECNALIA Research & Innovation, Spain; Officer Visiting Professor University of West Scotland;

PONOMAREV Andrey Nikolaevich, Director General of JSC «Scientific-Technical Center of Applied Nanotechnologies», Professor of Saint-Petersburg State Polytechnical University, Vice-President of the Russian Nanotechnological Society;

SOBOLEV Konstantin Gennadievich, Associate Professor of University of Wisconsin-Milwaukee, USA, Chairman of Technical Committee ACI 236D on nanotechnologies in concrete;

FALIKMAN Vyacheslav Ruvimovich, RILEM National Delegate in Russian Federation, Member of RILEM Bureau, First Deputy Chair of TC 465 «Construction» of Rosstandart, Professor of MSUCE;

FIGOVSKY Oleg L'vovich, full member of European academy of Science, forein member of REA and RAABS, Editor-in-Chief of SITA, OCJ и RPCS, Director of «Nanotech Industries, Inc.», USA, and Director of International nanotechnological R&D Center «Polymate» (Israel);

Surendra P. SHAH, Professor of Civil Engineering in Walter P. Murphy University, and Director of the pioneering, internationally recognized National Science Foundation Science and Technology Center for Advanced Cement-Based

падного университета Эванстон, штат Иллинойс, США; почетный профессор Гонконгского политехнического университета, почетный профессор университета L'Aquilla и Индийского технологического института, Мумбай, Индия.

Участники online-конференции

В online-конференции примут участие ведущие ученые и специалисты Российской академии наук, Российской инженерной академии, Российской академии архитектуры и строительных наук, РОСНАНО, Научно-технического центра прикладных нанотехнологий (г. Санкт-Петербург), Международной инженерной академии, Международного союза экспертов и лабораторий по испытанию строительных материалов, систем и конструкций (РИЛЕМ), Американского института бетона (ACI), руководители и специалисты организаций и предприятий, ученые, преподаватели вузов, сотрудники НИИ и научных центров из различных регионов России, стран ближнего и дальнего зарубежья.

Порядок проведения online-конференции

Организаторы уже запустили механизм проведения online-конференции. Посетители сайтов (**www.nanonewsnet.ru** и **www.nanobuild.ru**) смогут до 25 апреля 2013 г. задавать вопросы участникам конференции по электронной почте (e-mail: **info@nanobuild.ru** и e-mail: **empirv@mail.ru**). Электронное издание «Нанотехнологии в строительстве:

Materials (ACBM) at Northwestern University, Evanston, IL., USA, Honorary Professor at Hong Kong Polytechnic University and Honorary Professor at L'Aquilla University and the Indian Institute of Technology, Mumbai, India.

Participants of Online-Conference

Russian leading scientists and specialists of Russian Academy of Sciences, Russian Academy of Engineering, Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, ROSNANO, Scientific and Technical Center of Applied Nanotechnologies (Saint-Petersburg), International Academy of Engineering, International Union of Experts and Laboratories on Testing Construction Materials, Systems and Structures (RILEM), American Concrete Institute (ACI), chiefs and specialists of different organizations and enterprises, scientists, lecturers of universities, research officers of scientific institutions from different Russian regions and foreign countries will take part in this online-conference.

Conference Order

Organizers have already launched the procedure of online-conference. The visitors of the web sites (**www.nanonewsnet.ru** and **www.nanobuild.ru**) can ask participants questions by email (**info@nanobuild.ru** or **empirv@mail.ru**) until April, 25, 2013. Electronic edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» has been included in

научный Интернет-журнал» включено в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук, поэтому оргкомитет просит участников online-конференции указывать свое место работы, учёную степень и учёное звание.

Оргкомитет 6–7 мая обобщит все вопросы и направит их участникам, 15–16 мая участники online-конференции ответят на эти вопросы.

Материалы V Международной научно-практической online-конференции «Применение нанотехнологий в строительстве» будут опубликованы:

- на портале NanoNewsNet (**www.nanonewsnet.ru**);
- в электронном издании «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» № 4/2013 (**www.nanobuild.ru**).

Свои вопросы направляйте по электронной почте (e-mail: info@nanobuild.ru и e-mail: empirv@mail.ru), а также на сайт www.nanonewsnet.ru.

the list of the leading review journals and editions in which the basic results of Ph.D. and Doctoral theses are to be published. Therefore Organizing Committee kindly asks participants to indicate their place of employment, academic degree and academic status.

Organizing committee will summarize all the questions and sent them to participants on 6–7 of May, participants will answer these questions on 15–16 of May.

Materials of The V International Theoretical and Practical Online-Conference «Application of Nanotechnologies in Construction Industry» will be published:

- at the portal NanoNewsNet (**www.nanonewsnet.ru**);
- in the electronic edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal», № 4/2013 (**www.nanobuild.ru**).

Send us your questions by email (info@nanobuild.ru or empirv@mail.ru) or address them to the website www.nanonewsnet.ru.

на правах рекламы

Nanobuild.ru
из НАНО строится ГИГАуспех!
GIGAsuccess is built from NANO!

Приглашаем ведущих ученых и специалистов к публикации материалов по тематике издания. Интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве» включен в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий **ВАК** Министерства образования и науки РФ. В издании публикуют материалы своих исследований ведущие ученые и специалисты из различных регионов России, стран ближнего и дальнего зарубежья.

Предлагаем оформить подписку на издание на 2009–2013 гг. Журналы за 2009, 2010, 2011 и 2012 гг. высылаются сразу после оформления подписки, за 2013 год – по мере того, как будут выходить номера журнала. **При подписке на КОМПЛЕКТ номеров журнала (2009 г. + 2010 г. + 2011 г. + 2012 г. + 2013 г.) предоставляется скидка 25%.** В каждом номере издания публикуется информация о наноматериалах и нанотехнологиях, которые уже используются или должны появиться на рынке в ближайшее время, что позволяет специалистам быть в курсе достижений наноиндустрии в строительной отрасли.

ИНТЕРНЕТ-ЖУРНАЛ «НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»:

- лауреат премии «Время инноваций–2012» в номинации «Лучший проект по популяризации инновационной деятельности»;
- лауреат Национального конкурса «Строймастер–2011»;
- награжден знаком «Инженерная доблесть»;
- лауреат Национальной премии «Российский Строительный Олимп–2010»;
- отмечен дипломами, сертификатами и благодарностями различных профессиональных и общественных организаций, организаторами мероприятий. Среди них: Международный форум по нанотехнологиям Rusnanotech, Международный симпозиум по нанотехнологиям в строительстве NICOM4, Сколковский саммит творцов инновационной экономики, Российское общество инженеров строительства, Национальная ассоциация наноиндустрии, Конкурс «Премия инноваций Сколково при поддержке Cisco I-PRIZE», Московский комитет по науке и технологиям, Башкирский государственный университет, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова и др.

Оказываем информационные услуги организациям (компаниям, ассоциациям, партнерствам и др.) по созданию и развитию Интернет-изданий, а также помощь авторам по изданию и продвижению электронных книг.

Ознакомиться с содержанием номеров журнала
можно на сайте издания **www.nanobuild.ru**.
По всем вопросам просим обращаться по электронной почте
e-mail: info@nanobuild.ru

ЛАУРЕАТ ПРЕМИИ РОССИЙСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ОЛИМП-2010

ИНЖЕНЕРНАЯ ДОБЛЕСТЬ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОНКУРС СТРОЙМАСТЕР-2011 ЛАУРЕАТ КОНКУРСА

ИННОВАЦИИ ВО ВСЕХ СФЕРАХ ЛАУРЕАТ ПРЕМИИ В ОБЛАСТИ ИННОВАЦИЙ «ВРЕМЯ ИННОВАЦИЙ–2012»

на правах рекламы

УДК 54-182:69.332

ИНОЗЕМЦЕВ Александр Сергеевич, аспирант каф. технологии вяжущих веществ и бетонов, инженер-испытатель научно-образовательного центра по направлению «Нанотехнологии»;
КОРОЛЕВ Евгений Валерьевич, д.т.н., проф., директор научно-образовательного центра по направлению «Нанотехнологии»
Московский государственный строительный университет, Россия

INOZEMTCEV Alexandr Sergeevich, Postgraduate of Department of Binders and Concretes, Test Engineer of Research and Educational Center «Nanotechnology»;
KOROLEV Evgenij Valerjevich, Doctor of Engineering, Professor, Director of the Research and Educational Center «Nanotechnology»
Moscow State University of Civil Engineering, Russian Federation

ПРОЧНОСТЬ НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫХ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ЛЕГКИХ БЕТОНОВ[1]

STRENGTH OF NANOMODIFIED HIGH-STRENGTH LIGHTWEIGHT CONCRETES[1]

В работе представлены результаты исследований, направленных на разработку наномодифицированных высокопрочных легких бетонов конструкционного назначения, обладающих низкой средней плотностью и высоким показателем предела прочности при сжатии. Для изготовления таких бетонов обосновано применение полых стеклянных и алюмосиликатных микросфер. В качестве наномодификатора поверхности микросфер для увеличения прочности сцепления цементного камня с наполнителем предложен комплексный наноразмерный модификатор на основе золь гидроксида железа и золь кремниевой кислоты. Выдвинута гипотеза о том, что предлагаемый модификатор оказывает комплексное влияние на гидратационную активность цемента и способствует увеличению прочности на границе раздела фаз наполнитель/цементно-минеральная матрица. Разработаны составы энергоэффективного наномодифицированного конструкционного высокопрочного легкого бетона со средней плотностью 1300...1500 кг/м^3 и пределом прочности при сжатии 40...65 МПа. Представлены подходы к расчету состава высокопрочного легкого бетона средней плотностью менее 2000 кг/м^3. Отмечено, что предлагаемые бетоны обладают умеренной подвижностью, могут быть подвержены вибрационному воздействию при укладке, имеют равномерную плотную структуру без расслоения.

[1] Печатается при поддержке стипендии Президента РФ молодым ученым и аспирантам СП-565.2012.1.

В работе обоснованы экономические и практические предпосылки для внедрения разработанных составов наномодифицированного высокопрочного легкого бетона конструкционного назначения в промышленном производстве.

The paper presents the results of research aimed at development of nanomodified high-strength lightweight concrete for construction. The developed concretes are of low average density and high ultimate compressive strength. It is shown that to produce this type of concrete one need to use hollow glass and aluminosilicate microspheres. To increase the durability of adhesion between cement stone and fine filler the authors offer to use complex nanodimensinal modifier based on iron hydroxide sol and silica sol as a surface nanomodifier for hollow microspheres. It is hypothesized that the proposed modifier has complex effect on the activity of the cement hydration and, at the same time increases bond strength between filler and cement-mineral matrix. The compositions for energy-efficient nanomodified high-strength lightweight concrete which density is 1300...1500 kg/m^3 and compressive strength is 40...65 MPa have been developed. The approaches to the design of high-strength lightweight concrete with density of less than 2000 kg/m^3 are formulated. It is noted that the proposed concretes possess dense homogeneous structure and moderate mobility. Thus, they allow processing by vibration during production. The economic and practical implications for realization of high-strength lightweight concrete in industrial production have been justified.

Ключевые слова: высокопрочный легкий бетон, энергоэффективный бетон, легкий бетон конструкционного назначения.

Key words: high-strength lightweight concrete, energy efficient concrete, lightweight concrete for construction.

Стратегия социально-экономического развития России до 2020 года, подготовленная Министерством экономического развития РФ, предполагает достижение к 2020 году амбициозных задач по обеспечению высокого уровня благосостояния населения и укреплению роли страны в глобальной экономике [1]. Достижение этих целей возможно при развитии рынка высокотехнологичных услуг и увеличения доли выпускаемой инновационной продукции в промышленности.

Строительная отрасль как неотъемлемая часть промышленного комплекса России является одним из инструментов для решения поставленных задач и должна ориентироваться на развитие новых инновационных

и энергоэффективных технологий. Использование современных конструкторских решений, новейших строительных материалов с применением разработок в области нанотехнологии должны обеспечивать интенсивный переход к высокотехнологичному строительному производству.

Перспективным направлением для строительной индустрии является разработка материалов, обладающих универсальным сочетанием эксплуатационных свойств. Одним из таких направлений является разработка конструкционных материалов с низкой средней плотностью и высокой прочностью.

Отечественный и зарубежный опыт, направленный на решение этой задачи, известен с 1999 года. Мировой опыт [2...9] показывает, что высокие значения показателя удельной прочности бетона, который характеризует его конструкционные качества, достижимы только при $\rho_{ср} \geq 1800$ кг/м^3. При дальнейшем снижении средней плотности этот показатель, вычисленный по формуле:

$$R_{уд} = R_{сж}/\rho_{отн} \quad (1)$$

(где $R_{сж}$ – предел прочности при сжатии, МПа; $\rho_{отн}$ – относительная плотность) не превышает 30 МПа.

Отечественный опыт [10, 11] реализован в разработке нанобетонов на алюмосиликатных полых микросферах с дисперсной арматурой в виде базальтовой фибры, наномодифицированной углеродными частицами фулероидного типа, которые апробированы при реконструкции мостов через реки Волга и Вятка.

При этом отрасли необходимы высокопрочные легкие бетоны конструкционного назначения с удельной прочностью более 30 МПа.

Зарубежный и отечественный опыт по разработке высокопрочных легких бетонов показывает, что наилучшие результаты в этом направлении получены при использовании новых наполнителей – полых микросфер [12]. Сырьевой рынок микросфер ориентирован в основном на полимерные композиционные материалы [13], но в последнее время все больше этот наполнитель используется нефтегазодобывающей и строительной отраслью. Выделяют две группы микросфер: алюмосиликатные (керамические) и стеклянные. Их химический состав определяется содержанием сырьевых компонентов и способом получения.

Алюмосиликатные микросферы добывают на ТЭС, где зола от сгорания угля удаляется в виде водной пульпы. Микросферы, имея плот-

ность менее 1000 кг/м^3, самопроизвольно всплывают на поверхность водных бассейнов золошлаковых отходов, после чего их собирают, сушат и классифицируют. Объемы производства таких микросфер ограничиваются производительностью и технологическими особенностями ТЭС. Авторами [14] проведен анализ зол ТЭС России, из которого следует, что стабильный объем добычи алюмосиликатных микросфер в Центрально-Европейском и Северо-Европейском регионах составляют 18 и 15 тыс. т/год, соответственно.

Другая часть сырьевого рынка ориентируется на промышленном производстве стеклянных микросфер. Большинство полых стеклянных микросфер производится путем пропускания мелких частиц, содержащих порообразователь, через высокотемпературную зону. Частицы плавятся или размягчаются в горячей зоне, а газообразователь формирует полость внутри частиц, расширяя их. При охлаждении сферы на воздухе ее стенки успевают затвердеть до момента уменьшения внутреннего давления газа [13]. Несмотря на высокие физико-механические свойства и инертность стеклянные микросферы имеют существенный недостаток, обусловленный их высокой стоимостью (в 8–10 раз по сравнению с алюмосиликатными микросферами).

В лабораториях НОЦ «Нанотехнологии» МГСУ разработаны составы энергоэффективных наномодифицированных высокопрочных легких бетонов, содержащие вяжущее, минеральную часть, наномодифицированный наполнитель, пластифицирующую добавку и воду. В качестве вяжущего вещества используется портландцемент марки ПЦ500 Д0, соответствующий ГОСТ 30118-2003. Наполнителем, определяющим среднюю плотность бетона, являются полые алюмосиликатные и/или стеклянные микросферы. Минеральная часть состоит из кремнеземистых заполнителей полидисперсного состава, обеспечивающих образование плотного каркаса за счет заполнения пустот между наполнителем. Для снижения водопотребности и увеличения подвижности смеси вводят пластифицирующую добавку на поликарбоксилатной основе Meflux 1641F.

Очевидно, что важнейшим фактором, оказывающим влияние на прочность легких бетонов на полых микросферах, является прочность оболочки микросфер. Исследования влияния вида и марки микросфер на удельную прочность высокопрочных легких бетонов показывают, что полые стеклянные микросферы, аморфные по природе, имеют бо-

лее высокие показатели удельной прочности (рис. 1). Это объясняется более прочной структурой материала оболочки микросфер и меньшим размером частиц, средний размер которых – 30...35 мкм, что обеспечивает формирование более плотноупакованной структуры. Составы на алюмосиликатных микросферах обладают приемлемым показателем удельной прочности $R_{уд} \geq 30$ МПа, поэтому технически и экономически привлекательны полые алюмосиликатные микросферы.

Рис. 1. **Влияние вида микросфер на удельную прочность высокопрочных легких бетонов:** ПСМС – полые стеклянные микросферы; ПАСМС – полые алюмосиликатные микросферы; ПЗМС – полые золомикросферы

Разработана методика проектирования составов наномодифицированных высокопрочных легких бетонов с различной маркой по плотности. Соотношение составных частей бетона определяется требуемыми физико-механических показателями изделия и проектируется для каждой марки по плотности индивидуально.

Определяющим фактором для физико-механических свойств бетона является наполнитель (полые микросферы). Его содержание позволяет регулировать плотность бетона и его прочность посредством регулирования плотности упаковки каркаса частиц. Прочность бетона при прочих равных условиях зависит от прочности оболочки микросфер и цементно-минеральной матрицы, обволакивающей частицы наполнителя. Для увеличения прочности оболочки полых микросфер пред-

лагается использовать комплексный наноразмерный модификатор на основе золь гидроксида железа и золь кремниевой кислоты. Приготовление модификатора основывается на новом способе синтеза золя кремниевой кислоты [15], который заключается в химическом связывании положительно заряженных ионов натрия. Выдвинута гипотеза о том, что комплексное воздействие наномодификатора обеспечит повышение гидратационной активности цемента и, как следствие, повышение прочности цементного камня. Адгезия цементно-минеральной матрицы к наполнителю увеличивается за счет образования на поверхности микросфер тоберморитопобоных гидросиликатов кальция типа CSH (I) и появления представленной гетитом FeOOH [16] новой фазы.

Зависимость физико-механических свойств высокопрочных легких бетонов от содержания алюмосиликатных микросфер (рис. 2) показывает, что введение указанного наполнителя способствует закономерному снижению предела прочности при сжатии. Однако показатель технической эффективности, характеризуемый удельной прочностью, изменяется менее интенсивно, что объясняется конструктивным влиянием комплексного наноразмерного модификатора. Применение наноразмерного модификатора позволяет увеличить предел прочность при сжатии бетона не менее 15% в зависимости от объемной степени наполнения микросфер.

Очевидно, что введение микросфер приводит к структурным преобразованиям в бетоне. Различными исследователями предложены структурные критерии [17...19]:

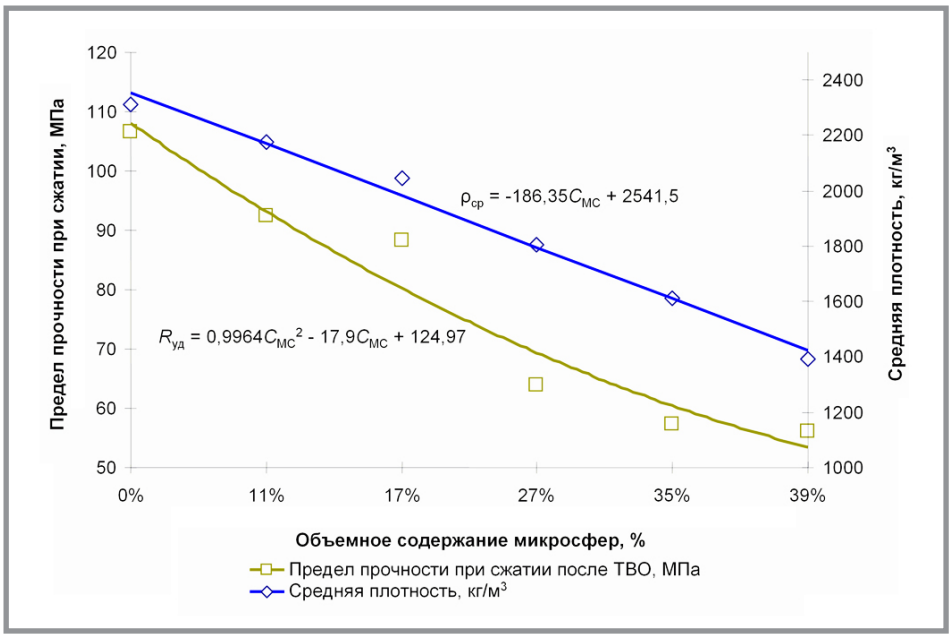
$$L = \frac{C}{\Pi}, \tag{2}$$

$$\psi_{\text{р}} = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\sigma_0} = 1 - |\varphi_r| = 1 - \left|\frac{\vartheta_t - \vartheta_p}{\vartheta_m}\right|, \tag{3}$$

$$K_{hom} = \frac{1+3\varphi}{(1+\varphi)^3}\cdot\chi = \frac{1+3\varphi}{(1+\varphi)^3}\cdot\frac{\nu_m - \nu_{\text{п}}}{\nu_m}, \tag{4}$$

где C – содержание вяжущего; Π – пористость материала; $\Delta\sigma$ – упрочнение при текущем $\psi_{\text{р}}$; $\Delta\sigma_0$ – максимальное упрочнение композита при $\psi_{\text{р}} = 1$; φ_r – коэффициент разделения фаз; ϑ_t, ϑ_p – объемные доли пле-

а)



б)

Рис. 2. **Физико-механические свойства наномодифицированных высокопрочных легких бетонов:** а – зависимость предела прочности при сжатии и средней плотности от содержания микросфер; б – зависимость удельной прочности от содержания микросфер

ночной и объемной фазы матрицы, соответственно; ϑ_p – объемная доля матрицы в композите; ν_m, $\nu_п$ – объемные доли матрицы и пор в композите, соответственно.

Зависимость удельной прочности высокопрочных легких бетонов от критериев L, $\psi_р$ и K_{hom} представлены на рис. 3.

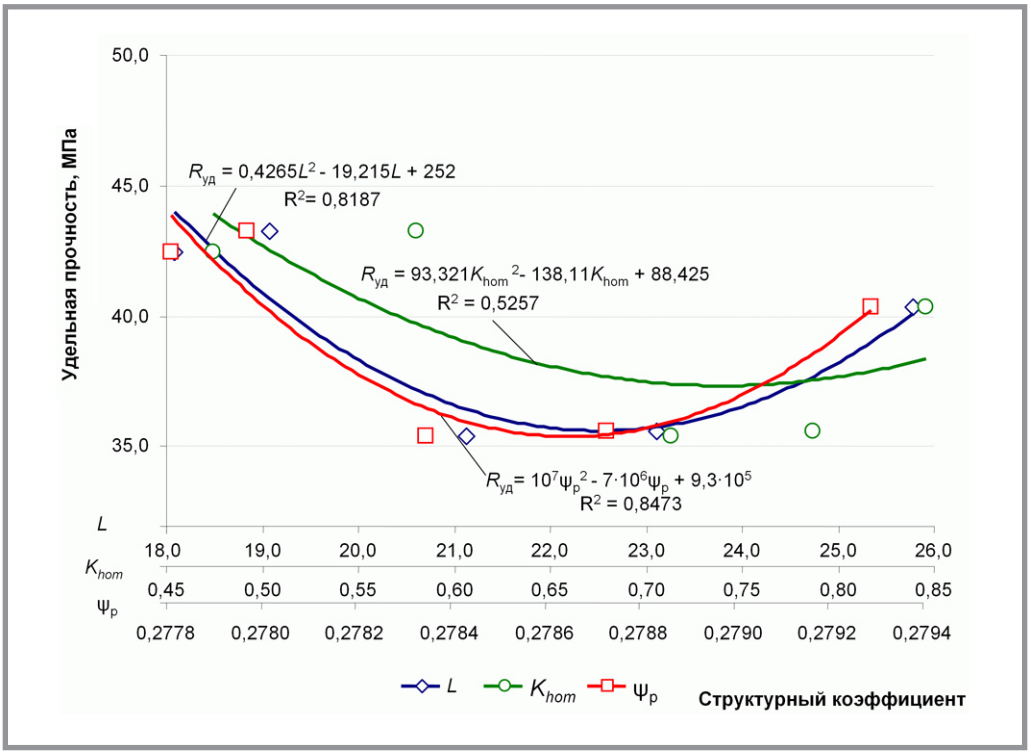
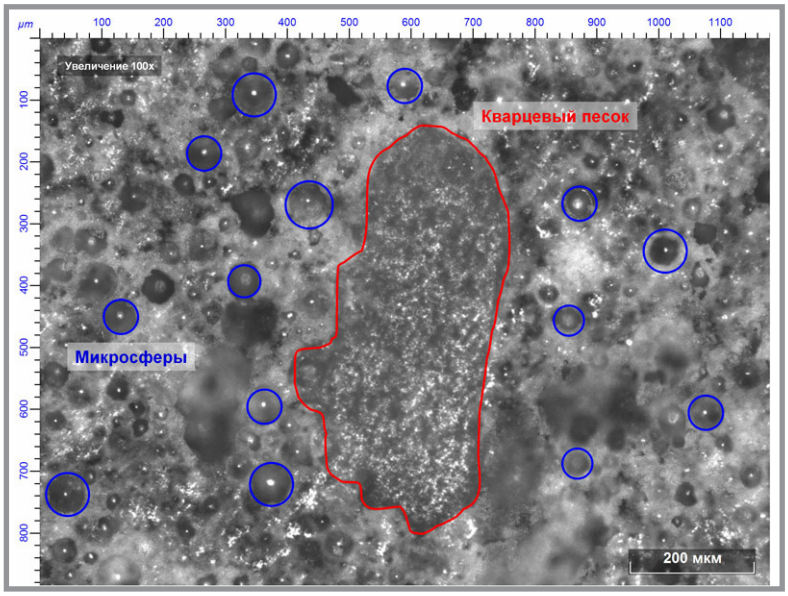


Рис. 3. **Зависимость удельной прочности высокопрочных легких бетонов от структурных критериев L, ψ_p и K_{hom}**

Анализ рис. 3 показывает, что независимо от вида структурного критерия изменение удельной прочности от содержания наполнителя для разработанных легких бетонов имеет экстремальный характер. Это объясняется следующим образом. Микросферы, вводимые в высокопрочную цементную матрицу, являются естественными дефектами структуры. Очевидно, что увеличение концентрации дефектов приводит к снижению прочности материала (рис. 2, а). В теории перколяции [19] рассматриваются две пороговые концентрации содержания дисперсной фазы: $\vartheta_{f,I} = 0{,}16$ и $\vartheta_{f,II} = 0{,}34$. При достижении первого порога перколяции $\vartheta_{f,I}$ формируется каркас из частиц наполнителя (микросферы), который обеспечивает непрерывность дисперсной фазы, а следовательно, дефектов структуры. Это способствует снижению прочности материала на ~26%. Дальнейшее увеличение количества микросфер до второго порога перколяции $\vartheta_{f,II}$ приводит к формированию каркаса с достаточно плотным расположением микросфер (рис. 4), при котором трещины интенсивно ветвятся, что увеличивает энергетические затраты на разрушение и снижает скорость изменения прочности $dR/dC_{МС}$.

а)



б)

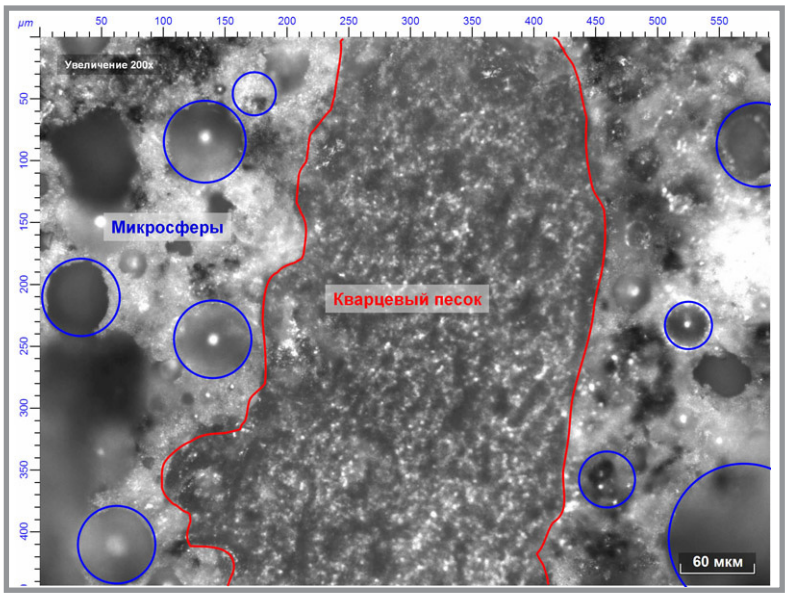


Рис. 4. **Микрофотография структуры наномодифицированных высокопрочных легких бетонов:**
а – увеличение х100; б – увеличение х200

При этом скорость снижения средней плотности $d\rho/dC_{МС}$ не изменяется: $\rho_{ср} = f(C_{МС})$ описывается линейной функцией (рис. 2, а). Кроме того, близкая к идеальной сфере форма наполнителя способствует высокой трещиностойкости бетона. Развитие трещин происходит при большей нагрузке за счет равномерного распределения напряжений, действу-

ющих на частицы правильной формы. Дополнительное усиливающее воздействие на границе наполнитель/цементно-минеральная часть, препятствующее распространению трещин, оказывает наноразмерный модификатор. Таким образом, формирование структуры при $C_{МС} \geq \vartheta_{f,II}$ приводит к увеличению $R_{уд}$. Кроме того, твердая оболочка микросфер обеспечивает закрытую пористость, сохраняя высокие эксплуатационные свойства бетона.

Микросферы, имея низкую насыпную плотность, в низковязких водонасыщенных системах поднимаются в верхние слои, что недопустимо. Применение поликарбоксилатных пластификаторов типа Melflux, обладающих высоким водоредуцирующим и пластифицирующим эффектом, позволяет получить стабильную, равномерную бетонную смесь умеренной подвижности без расслоения независимо от объемной степени наполнения микросфер.

На основе проведенных исследований получены составы наномодифицированных высокопрочных легких бетонов с высоким показателем технической эффективности $R_{уд} \geq 30$ МПа, что позволяет существенно расширить область применения легких бетонов. Такие бетоны позволяют более чем на 40% уменьшить нагрузку на конструкционные элементы здания, сохранить несущие характеристики и улучшить теплофизические свойства (см. табл.).

Таблица

Некоторые свойства наномодифицированного высокопрочного легкого бетона

Наименование показатель	Значение
Средняя плотность, кг/м^3	1300...1500
Предел прочности при сжатии, МПа	40,0...70,0
Удельная прочность, МПа	30,0...55,0
Водопоглощение, %	менее 2,5
Коэффициент теплопроводности, Вт/м·К	менее 0,60
Коэффициент температуропроводности, 10^{-7} м^2/с	менее 5,00
Удельная теплоемкость (при T = 25°С), кДж/кг·К	0,80...1,15

Экономическая обоснованность внедрения предлагаемых бетонов требует комплексного подхода, учитывающего все свойства и преимущества материала. В [20] сформулированы экономические предпосылки применения наномодифицированных высокопрочных легких бетонов, основанные на уменьшении общего веса конструкции здания, экономии на теплоизоляционных работах и сокращении материалоемкости.

Перспективность использования разработанных высокопрочных легких бетонов обусловлена положительными качествами и преимуществами по отношению к широко применяемым тяжелым и легким бетонам на пористых заполнителях.

Уважаемые коллеги!
При использовании материала данной статьи просим делать библиографическую ссылку на неё:

Иноземцев А.С., Королев Е.В. Прочность наномодифицированных высокопрочных легких бетонов // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2013, Том 5, № 1. С. 24–38. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_1_2013.pdf (дата обращения: __ _____ _____).

Dear colleagues!
The reference to this paper has the following citation format:

Inozemtcev A.S., Korolev E.V. Strength of nanomodified high-strength lightweight concretes. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2013, Vol. 5, no. 1, pp. 24–38. Available at: http://www.nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_1_2013.pdf (Accessed __ _____ ____). (In Russian).

Библиографический список:

1. Стратегия 2020 – стратегия социально-экономического развития страны до 2020 года. // Итоговый доклад о результатах экспертной работы по актуальным проблемам социально-экономической стратегии России на период до 2020 года «Стратегия-2020: Новая модель роста – новая социальная политика». URL: http://2020strategy.ru (дата обращения: 01.10.2012).
2. *Альдуаиж Дж.* Легкий бетон в жарких прибрежных районах / Дж. Альдуаиж, Х. Альшале, М.Н. Акуэ, Х. Эллаити // Cement and Concrete Composites. 1999. Т. 21. № 5–6. С. 453–458.
3. *Прошин А.П.* Ячеистые бетоны для теплоизоляции ограждающих конструкций зданий и инженерных коммуникаций / А.П. Прошин, А.И. Еремкин , В.А. Береговой и др. // журн. «Строительные материалы». 2002. № 3. С. 14–15.
4. *Бедов А.И.* Использование бетонов и арматуры повышенной прочности в проектировании сборных и монолитных железобетонных конструкций / А.И. Бедов, В.В. Бабков, А.И. Габитов и др. // Научно-технический журн. «Вестник МГСУ». 2012. № 8. С. 76–84.
5. *Брайд С.П.* Производство и характеристики легких бетонов с использованием ценосфер / С.П. Брайд, А. Шукла, А. Бозе // Journal of materials science. 2002. Т. 37. С. 4217–4225.
6. *Россигноло Д.* Свойства высокопрочных легких бетонов для сборных конструкций с Бразильским легким заполнителем / Д. Россигноло, М. Агнесини, Д. Мораис // Cement and Concrete Composites. 2003. Т. 25. С. 77–82.
7. *Ясар Э.* Прочностные свойства легких бетонов, изготовленных из базальтовой пемзы и золы-уноса/ Э. Ясар, Ц.Д. Атис, А. Килис, Х. Гульсен // Materials Letters. 2003. Т. 57. С. 2267–2270.
8. Технический отчет Ishikawajimaharima // Оценка усталостной долговечности сборных плит из легкого высокопрочного бетона. 2004. Т. 44. № 2. С. 83–90.
9. *Андрианов А.А.* Состав, ползучесть высокопрочного легкого бетона из смесей высокоподвижной и литой консистенции с модификаторами на органоминеральной основе / Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. М.: ФГУП НИЦ «Строительство». 2007. 15 с.
10. Пат. 2355656 С2 РФ, МПК С04В28/02. Бетонная смесь / А.Н. Пономарев, М.И. Юдович; опубл. 20.05.2009. 3 с.
11. *Фиговский О.Л.* Успехи применения нанотехнологий в строительстве / О.Л. Фиговский, Д.А. Бейлин, А.Н. Пономарев // «Нанотехнологии в строительстве: на-

учный Интернет-журнал». М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2012. № 3. С. 6–22. URL: http//www.nanobuild.ru (дата обращения: 15.09.2012).

12. *Орешкин Д.В.* Полые микросферы – эффективный наполнитель в строительные и тампонажные растворы / Д.В. Орешкин, К.В. Беляев, В.С. Семенов, У.Е. Кретова // журн. «Промышленное и гражданское строительство». 2010. № 9. С. 50–51.
13. *Бухарова С.В.* Наполнители для полимерных композиционных материалов: справочное пособие. / С.В. Бухарова, С.Г. Кулик, Т.И. Чалых, В.Г. Шевченко. М.: Изд-во «Химия». 1981. 736 с.
14. *Дрожжин В.С.* Процессы образования и основные свойства полых алюмосиликатных микросфер в золах-уноса тепловых электростанций / В.С. Дрожжин, М.Я. Шпирт, Л.Д. Данилин и др. // журн. «Химия твердого тела». 2008. № 2. С. 53–66.
15. *Гришина А.Н.* Синтез и исследование стабильности золя кремниевой кислоты в среде, содержащей наночастицы / А.Н. Гришина, Е.В. Королев // сборник тезисов «Второй конференции стран СНГ «Золь-гель-2012». Севастополь, Украина. 2012. С. 28.
16. *Сватовская Л.Б.* Управление свойствами композиционных материалов на неорганическом вяжущем с добавками наноразмера. / Л.Б. Сватовская, В.Я. Соловьева, В.А. Чернаков и др. URL: http://ntsr.info/science/library/2906.htm (дата обращения: 01.10.2012).
17. *Королев Е.В.* Радиационно-защитные и химически стойкие серные строительные материалы / Е.В. Королев, Ю.М. Баженов, А.И. Альбакасов. Пенза, Оренбург: ИПК ОГУ. 2010. С. 220–229.
18. *Баженов Ю.М.* Технология бетонов. М.: Изд-во АСВ. 2011. 528 с.
19. Синергетика композиционных материалов / А.Н. Бобрышев, В.Н. Козомазов, Л.О. Бабин и др. Липецк: НПО «Ориус». 1994. 153 с.
20. *Иноземцев А.С.* Экономические предпосылки применения высокопрочных легких бетонов / А.С. Иноземцев, Е.В. Королев // Научный журнал «Научно-технический вестник Поволжья». 2012. № 5. С. 198–206.

References:

1. Strategy 2020 – the strategy of social and economic development of the country until 2020. // The final report on the results of the expert work on the issues of social and economic policy in Russia until 2020 «Strategy 2020: The new growth model – a new social policy». URL: http://2020strategy.ru (accessed 01.10.2012) (in Russian)
2. *Alduaij J., Alshaleh Kh., Haque M. N., Ellaithy Kh.* Lightweight concrete in hot coastal areas // Cement and Concrete Composites. 1999. Vol. 21. № 5–6. P. 453–458.
3. *Proshin A.P.* Cellular concrete for insulation of frame filling in buildings and engineering services / A.P. Proshin, A.I. Eremkin, M.A. Beregovoy et al. // Journal «Construction Materials». 2002. № 3. P. 14–15 (in Russian).
4. *Bedov A.I.* The use of concrete and reinforcement of high strength to design prefabricated and monolithic concrete structures / A.I. Bedov, V.V. Babkov, A.I. Gabitov et al. // Scientific and technical journal «Vestnik MGSU». 2012. № 8. P. 76–84 (in Russian).
5. *McBride S.P.* Processing and characterization of a lightweight concrete using cenospheres / S.P. McBride, A. Shukla, A. Bose // Journal of Materials Science. 2002. Vol. 37. P. 4217–4225.
6. *Rossignolo J.A.* Properties of high-performance LWAC for precast structures with Brazilian lightweight aggregates / J.A. Rossignolo, M. Agnesini, J.Morais // Cement and Concrete Composites. 2003. Vol. 25. P. 77–82.
7. *Yasar E.* Strength properties of lightweight concrete made with basaltic pumice and fly ash / E. Yasar, C.D. Atis, A. Kilic, H. Gulsen // Materials Letters. 2003. Vol. 57. P. 2267–2270.
8. Ishikawajimaharima Tech. Report // Evaluation of fatigue durability precast PC slab lightweight high-strength. 2004. Vol. 44. № 2. P. 83–90.
9. *Andrianov A.A.* Composition and creep of high-strength lightweight concrete mixtures of high mobility and cast consistency with organic-mineral modifiers /Abstract of Ph.D. thesis. Moscow: FSUE SIC « Stroitel'stvo ». 2007. 15 p (in Russian).
10. Patent 2355656 C2 RF IPC C04B28/02. Concrete mix / A.N. Ponomarev, M.I. Yudovich; publ. 20.05.2009. 3 p. (in Russian).
11. *Figovsky O.L.* Successful implementation of nanotechnology in building materials / O.L. Figovsky, D.A. Beilin, A.N. Ponomarev // Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal. Moscow. CNT «Nanostroitelstvo». 2012. № 3. PP. 6–22. URL: http://nanobuild.ru (accessed 15.09.2012) (in Russian).

12. *Oreshkin D.V.* Hollow microspheres – effective filler for cement mortars / D.V. Oreshkin, K.V. Belyaev, V.S. Semenov, U.E. Kretova // Journal «Industrial and Civil Engineering». 2010. № 9. P. 50–51 (in Russian).
13. *Bukharov S.V.* Fillers for polymer composites: handbook / S.V. Bukharov, S.G. Kulik, T.I. Chalykh, V.G. Shevchenko. Moscow. Publishing House «Himija». 1981. 736 p. (in Russian).
14. *Drozhzhin V.S.* Formation processes and the basic properties of hollow aluminum silicate microspheres in fly-ash of thermal power stations / V.S. Drozhzhin, M.Ya. Shpirt, L.D. Danilin et al. / Journal «Himija tverdogo tela». 2008. № 2. P. 53–66 (in Russian).
15. *Grishina A.N.* Synthesis and study of the stability of the sol of silicic acid in the environment with nanoparticles / A.N. Grishina, E.V. Korolev // Abstracts of the 2nd Conf. «Zol-gel-2012». Sevastopol, Ukraine. 2012. P. 28. (in Russian).
16. *Svatovskaja L.B.* Control of the properties of composite materials based on inorganic binders with nanodimensional additives / L.B. Svatovskaja, V.Y. Soloviev, V.A. Chernakov, I.V. Stepanova. URL: http://ntsr.info/science/library/2906.htm (accessed 01.10.2012) (in Russian).
17. *Korolev E.V.* Radiation-protective and chemical-resistant sulfur building materials / E.V. Korolev, Yu.M. Bazhenov, A.I. Albakasov. Penza, Orenburg: PKI OSU. 2010. P. 220–229.
18. *Bazhenov Yu.M.* Technology of concretes. Moscow: Publishing House ASV. 2011. 528 p. (in Russian).
19. *Bobryshev A.N.* Synergetics of composites / A.N. Bobryshev, V.N. Kozomazov, L.O. Babin, V.I. Solomatov // Lipetsk: NPO «Orhus». 1994. 153 p. (in Russian).
20. *Inozemtcev A.S.* Economical conditions of high light concrete / A.S. Inozemtsev, E.V. Korolev // Scientific journal «Nauchno-tehnicheskij vestnik Povolzh'ja». 2012. № 5. P. 198–206. (in Russian).

Контакты *Contact information*	**e-mail: InozemcevAS@mgsu.ru** **e-mail: KorolevEV@mgsu.ru**

ВЫСТАВКА «СТРОИТЕЛЬСТВО» – ОРИЕНТАЦИЯ НА ЭФФЕКТИВНОЕ РАЗВИТИЕ

THE EXHIBITION «CONSTRUCTION» – THE WAY TO EFFICIENT DEVELOPMENT

С 24 по 26 апреля 2013 г. в Воронеже пройдет 36-я межрегиональная специализированная выставка с международным участием «Строительство».

On 24–26 April, 2013, the 36th Interregional special exhibiton «Construction» with international participation will take place in Voronezh.

В современных условиях, когда компании более тщательно выбирают выставочные проекты для участия, «Строительство» продолжает удерживать лидирующие позиции на выставочном рынке Центрального Черноземья: с каждым годом растет количество участников и посетителей, добавляются новые разделы. Неизменные составляющие успеха проекта – это тщательно спланированная рекламная кампания, ориентированная на привлечение максимального числа специалистов, актуальная программа деловых мероприятий, высокий профессионализм сотрудников.

На площади свыше 3 000 м^2 экспоненты представят новинки отрасли: металлоконструкции, фасадные, кровельные и гидроизоляционные материалы, инструмент и крепеж, широкий спектр отделочных материалов и др. Широко будут представлены системы вентиляции, отопления, электро- и водообеспечения, климатотехники. Для специалистов отрасли будут работать специальные расширенные секции «Умный дом», «Энергосбережение в строительстве», «Малоэтажное строительство».

Стоит также отметить, что выставка «Строительство» достигла определенных высот и продолжает развиваться благодаря многогранной деловой программе мероприятия. В рамках выставки пройдут конференции, круглые столы, специальные обучающие семинары и мастер-классы, презентации участников.

С уверенностью можно сказать, что участие в выставке «Строительство» будет полезно для расширения взаимовыгодного партнерства, бизнеса и определения дальнейших путей развития.

Сегодня и у Вас есть уникальная возможность забронировать участие в грядущем проекте и достойно заявить о себе.

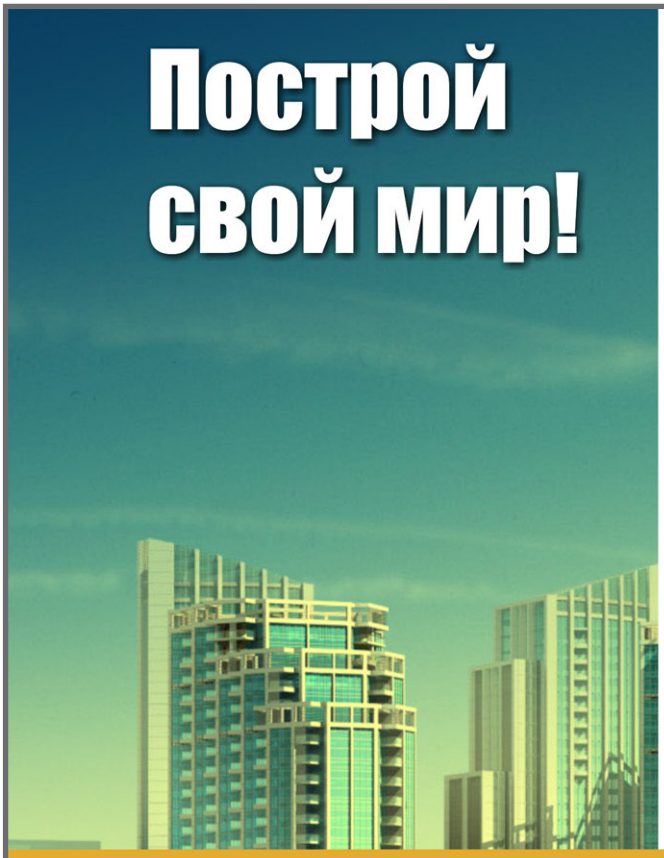
Преимущества предварительного бронирования мест на выставку:

- возможность выбора выгодного места на экспозиционной площадке;
- участие в выставке на максимально выгодных условиях;
- приглашение целевого посетителя;
- индивидуальный подход к рекламной кампании;
- возможность провести деловое мероприятие или предложить интересующую тему;
- информационное освещение участия компании в проекте;
- качественная имиджевая подготовка к мероприятию;
- консультирование специалистов по эффективному участию в выставках.

Приглашаем присоединиться к строительному событию ЦЧР уже сегодня, чтобы получить отличные результаты завтра!

Откройте новые перспективы для вашего бизнеса на выставке! Пусть все ориентируются на Вас!

По вопросам участия в межрегиональной выставке «Строительство» обращаться в пресс-службу Выставочного центра ВЕТА ТПП ВО (г. Воронеж): по телефону (473) 251-20-12 и по e-mail: stroy@veta.ru
Оперативная информация размещена на сайте www.veta.ru



Построй свой мир!

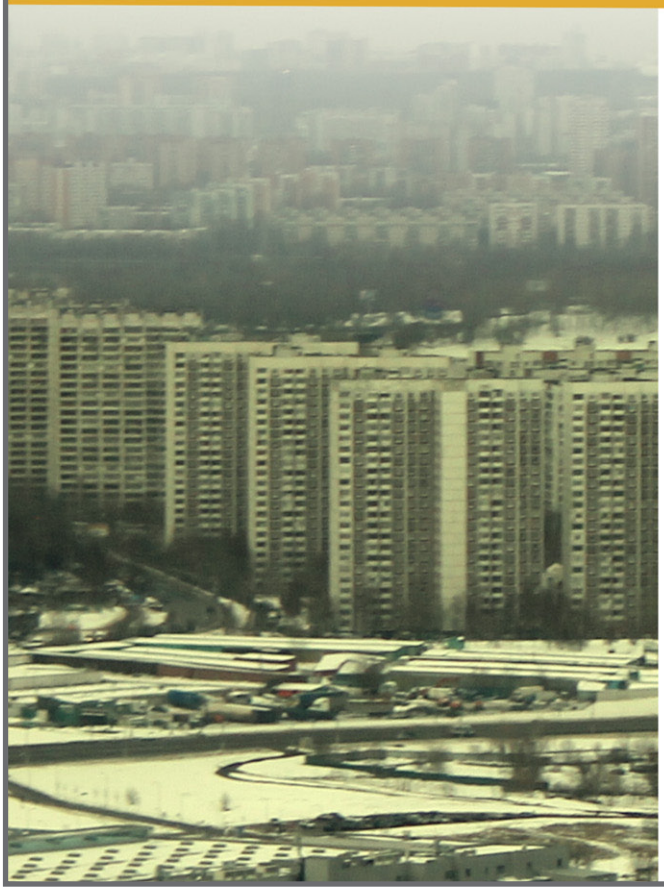
24-26 апреля 2013г

г.Воронеж,
ул.Ворошилова, 1а,
спорткомплекс “Энергия”

36- я межрегиональная специализированная ВЫСТАВКА

СТРОИТЕЛЬСТВО

СТРОИТЕЛЬСТВО



тел.: (473) 251-20-12
www.veta.ru

Организаторы:

Торгово-промышленная палата Воронежской области

ВеТа выставочный центр

При поддержке:

Правительство Воронежской области

Администрация городского округа г.Воронеж

НП “Союз строителей Воронежской области”

Ассоциация экономического взаимодействия субъектов РФ Центрального Федерального округа “Центрально- Черноземная”

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Генеральный спонсор выставки: Стройка. Группа газет

Генеральный аналитический партнер: Индикаторы рынка недвижимости IRN.RU

Информационный спонсор выставки: Деловой мир. Строительство в Украине и СНГ

Информационный партнер: Электротехнический рынок

Официальный интернет-партнер: SEC.RU короткий путь к информации

Официальный информационный партнер: РУССТРОЙ интернет портал www.russtroy.ru

Информационный партнер: KNOW-HOUSE.RU

Интернет-партнер: elec.ru

Ведущий интернет-партнер: интернет-журнал METRINFO.ru практично о квадратных метрах

Парадный квартал

Информационный спонсор выставки: TRACTORS.RU http://www.tractor.ru

Информационный спонсор выставки: SPECSERVER.COM

реклама

УДК 69

КАРПОВ Алексей Иванович, канд. техн. наук, референт, Россия

KARPOV Alexey Ivanovich, Ph.D. in Engineering, referent, Russian Federation

РАЗВИТИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ – АКТУАЛЬНЕЙШАЯ ЗАДАЧА УЧЕНЫХ И ИНЖЕНЕРОВ

DEVELOPMENT OF NANOTECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION – A TASK WHICH IS OF GREAT IMPORTANCE FOR SCIENTISTS AND ENGINEERS

Важнейшая роль в информационном обеспечении процесса создания и внедрения нанотехнологической продукции отводится средствам массовой информации. Поэтому по инициативе Российской инженерной академии в 2009 году был создан Интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве». По общему мнению специалистов и экспертов, идея создания журнала оказалась весьма плодотворной, появление специализированного журнала существенно инициировало работы ученых в области строительных нанотехнологий. По просьбе авторов и читателей издания редакция открыла рубрику, в которой планируется публикация основных положений кандидатских и докторских работ, с целью популяризации предметной области наноиндустрии в строительстве, повышения доверия потребителей к продукции отечественной наноиндустрии. Содержание публикуемых материалов – хорошее подспорье для аспирантов и докторантов. В этом номере приведены основные положения кандидатских диссертаций И.С. Маевой «Модификация ангидритовых композиций ультра- и нанодисперсными добавками» и Е.В. Мирошникова «Наноструктурированное перлитовое вяжущее и пенобетон на его основе».

Publications play a significant role by supporting the creation and application of nanotechnological products through information. Therefore the Russian Engineering Academy decided to establish the Internet-journal «Nanotechnologies in Construction» in 2009. According to the opinion of many specialists and experts, the concept to publish such journal proved to be very beneficial. The specialized information has strongly influenced the work of scientists in the area of construction nanotechnologies. At the authors' and readers' request, the editors launched a new section aimed at publishing the main results of Ph.D. and Doctorate theses, to popularize the subject of the nanoindustry in construction and to increase the consumers' trust in the domestic goods produced by the nanoindustry. The published material is a good theoretical basis for post graduate students and persons working for a doctorate. In this issue we present the main results of the following Ph.D. theses: «Modification of anhydride compositions with ultra- and nanodispersed additives» by I.S. Maeva and «Nanostructured perlite binding and its application to foam concrete» by E.V. Miroshnikova.

Ключевые слова: нанотехнологии в строительстве, наноматериалы, нанодисперсные добавки, наноструктурированные вяжущие.

Key words: nanotechnologies in construction, nanomaterials, nanodispersed additives, nanostructured bindings.

МОДИФИКАЦИЯ АНГИДРИТОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ УЛЬТРА- И НАНОДИСПЕРСНЫМИ ДОБАВКАМИ

Актуальность работы

При современных требованиях к качеству строительных материалов возникает потребность в материалах с относительно низкой себестоимостью, с невысокими затратами на производство, по качеству не уступающих существующим аналогам. Также большое внимание уделяется вопросу экологичности применяемых при строительстве материалов. Так, при производстве цементных вяжущих происходит существенный

выброс углекислого газа в атмосферу. Кроме того, применение вяжущих на основе ангидрита, как природного, так и техногенного происхождения, позволяет снизить энерго- и трудозатраты на производство композиционных строительных материалов.

Существует целый спектр дисперсных материалов, которые могут быть использованы в качестве добавок, обладающих модифицирующими свойствами и позволяющих значительно улучшить структуру и физико-технические свойства традиционных вяжущих. Такими современными модификаторами являются ультрадисперсные порошки различного генезиса, а также углеродные структуры нанометровых размерностей, природа влияния которых на минеральные вяжущие композиции недостаточно изучена.

Поэтому разработка ангидритовых композиций, модифицированных ультра- и нанодисперсными системами, способствующими повышению физико-механических свойств, является актуальной научной и прикладной задачей.

Диссертационная работа выполнена в рамках аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы» (2009–2010 гг.), проект ВНП-Я/09 «Научные основы структурообразования и исследование физико-технических свойств композиционного материала на основе ангидритового вяжущего, модифицированного углеродными наносистемами» регистрационный номер 2.1.2/1542.

Целью диссертационной работы является исследование процессов структурообразования и свойств ангидритовых композиций, модифицированных ультра- и нанодисперсными системами. Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. проанализировать известные способы активации ангидритового вяжущего, использующиеся в стране и за рубежом, выбрать оптимальный метод активации ангидрита с известным минералогическим составом;
2. обосновать закономерности структурной организации в процессе гидратации ангидритовых композиций, модифицированных ультрадисперсными порошками и углеродными наносистемами;
3. исследовать процессы стабилизации углеродных наноструктур и их взаимодействие с вяжущим на основе ангидрита с последующей

разработкой технологии получения суспензий и дисперсий для введения их в состав ангидритовых композиционных материалов, обеспечивающих равномерное распределение в объеме композита;

4. подобрать оптимальные ультра- и нанодисперсные модификаторы структуры ангидритовых вяжущих;

5. исследовать структуру и свойства ангидритовых вяжущих, модифицированных ультра- и нанодисперсными системами, методами физико-химического анализа;

6. разработать составы на основе модифицированного ангидритового вяжущего для практического использования.

Научная новизна

1. Установлен механизм направленного формирования морфологических изменений новообразований ангидритового камня под воздействием ультра- и нанодисперсных систем, обеспечивающих структурную организацию кристаллогидратов с повышенной плотностью структуры. Структурообразование ангидритовых вяжущих матриц обеспечивается за счет формирования пленочных новообразований по поверхности добавок, придающих ангидритовому камню повышенную прочность.

2. Установлено, что эффективность структурирования повышается с понижением степени дисперсности от ультрадисперсных (ниже 10 мкм) до нанодисперсных образований (1015 нм), при этом оптимальное содержание ультрадисперсных добавок составляет 7%, нанодисперсных – 0,0024% от массы ангидритового вяжущего.

3. Исследована квантово-химическая модель, доказывающая возможность углеродных наносистем трансформировать кристаллогидраты ангидритового вяжущего в новообразования с новой морфологией.

4. Обоснована зависимость физико-технических характеристик ангидритовой композиции от морфологии малодефектных кристаллогидратных новообразований, формирующихся при модификации вяжущей матрицы сверхмалыми (0,0024%) количествами многослойных углеродных нанотрубок, обеспечивающих создание ангидритовой матрицы повышенной плотности и прочности.

Практическая значимость работы

1. Разработаны составы с активатором твердения природного и техногенного ангидрита на основе сульфатно-щелочной активации, включающим гидросульфит натрия, портландцемент (соответственно 1% и 2% от массы вяжущего).

2. Разработана методика получения дисперсий с использованием гидродинамической кавитации водного раствора суперпластификатора С-3 с многослойными углеродными нанотрубками диаметром 1015 нм.

3. Предложены составы ангидритовых композиций, модифицированные введением ультрадисперсных добавок, такими как глиноземистая смесь, шунгит, карфосидерит, обожженая глина, рубленое супертонкое базальтовое волокно.

4. Впервые предложены составы ангидритовых композиций, модифицированные нанодисперсными добавками в виде углеродных пластинчатых нанообразований (графены), многослойных углеродных нанотрубок.

5. Предложен способ диспергации углеродных наноструктур методом гидродинамической кавитации в сочетании с поверхностно-активными добавками, обеспечивающими стабильность получаемых дисперсий при хранении в течение длительного времени, до 7 суток, без коагуляции нанодисперсных модифицирующих добавок.

Достоверность результатов исследований обеспечена использованием действующих государственных стандартов, нормативных документов и поверенного оборудования, применением современных методов исследования (химического, рентгенофазового, дериватографического, оптико- и электронно-микроскопического анализов), физико-механическими испытаниями и воспроизводимостью результатов при большом объеме экспериментов.

Апробация работы

Основные положения и результаты диссертационной работы были представлены и доложены на международных и российских конференциях и семинарах: на XVI, XVII Международной конференции «Ibausil» по строительным материалам (Германия, Веймар, 2006, 2010 гг.); на 59, 60 Республиканской научной конференции КГАСУ

(Казань, 2007–2008 гг.); на Юбилейной научно-технической конференции «Стройкомплекс–2008», «Стройкомплекс–2010» (Ижевск, 2008, 2010 гг.); на II Международной конференции «Nanotechnology for green and sustainable construction» (Египет, Каир, 2010 г.); на XV Академических чтениях РААСН, Международной научно-технической конференции «Достижения и проблемы материаловедения и модернизации строительной индустрии», где стала лауреатом Конкурса молодых ученых (Казань, 2010 г.); на V Международной научно-практической конференции «Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий» (Казань, 2010 г.); на II и III Международном форуме по нанотехнологиям RUSNANOTECH (Москва, 2009 г., 2010 г.).

Публикации

Результаты исследований, отражающие основные положения диссертационной работы, изложены в 17 научных публикациях, из них 3 – в рецензируемых научных журналах и изданиях по списку ВАК РФ.

Маева Ирина Сергеевна. Модификация ангидритовых композиций ультра- и нанодисперсными добавками: дис. ... канд. техн. наук. Казань: Казан.гос. архитектур.-строит. ун-т. 2010. 154 с.

НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЕ ПЕРЛИТОВОЕ ВЯЖУЩЕЕ И ПЕНОБЕТОН НА ЕГО ОСНОВЕ

Актуальность работы

Наиболее распространенным типом вяжущего на протяжении последнего столетия является цемент, который служит основным компонентом при производстве самого широкого спектра строительных материалов. Но, в связи с постоянным ростом цен и отрицательным влиянием его производства на экологию, возникает необходимость в переходе на использование бесцементных вяжущих негидратационного типа твердения на основе доступных сырьевых компонентов. Также достаточно актуальными являются проблемы энергосбережения и развития технологий по созданию эффективных теплоизоляционных материалов и конструкций.

Одним из путей решения данного комплекса проблем является переход на производство новых наноструктурированных вяжущих (НВ) и теплоизоляционных материалов на их основе.

Специфика наноструктурированных безклинкерных вяжущих негидратационного типа твердения позволяет использовать в качестве основного сырьевого компонента широкий спектр кремнеземсодержащих пород, что дает возможность адаптировать технологию получения вяжущего в различных регионах. Перспективными, с точки зрения сырья для производства НВ, являются эффузивные породы, изначально обладающие избыточным запасом внутренней энергии и, как следствие, высокой химической активностью.

Работа выполнялась в рамках: гранта Президента РФ для поддержки молодых российских ученых МД-2906.2007.8 «Методологические принципы проектирования композиционных вяжущих при использовании нанодисперных модификаторов с учетом типоморфизма сырья» на 2007–2008 гг.; программы «У.М.НИ.К.» по теме «Разработка теплоизоляционного материала на основе наноструктурированного вяжущего» при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере; тематического плана г/б НИР № 1.1.07 «Разработка фундаментальных основ получения композиционных вяжущих с использованием наносистем» на 2007–2011 гг.

Цель работы: разработка наноструктурированного перлитового вяжущего (НПВ) негидратационного твердения и теплоизоляционного пенобетона на его основе. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- разработка состава и оптимизация процесса получения НПВ;
- подбор комплексного пенообразователя с учетом особенностей вяжущего и разработка составов пенобетона на основе НПВ;
- подготовка нормативных документов для реализации теоретических и экспериментальных исследований в производственных условиях.

Научная новизна

Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность получения бесцементного наноструктурированного вяжущего на основе эффузивных кремнеземсодержащих пород кислого состава. Алюмосиликатное аморфизованное вещество с повышенным содержанием воды при минимальных энергозатратах позволяет синтезировать при мокрой механохимической активации вяжущие системы, имеющие высокую седиментационную устойчивость. Это возможно за счет содержания нанодисперсного компонента и формирования при помоле золя, а затем геля алюмокремниевой кислоты, с последующим структурообразованием по полимеризационно-поликонденсационному механизму.

Установлена возможность получения наноструктурированных вяжущих перлитового состава с необходимым разжижением системы на стадии помола, что позволяет повысить эффективность процесса минерализации при получении пенобетона. Вяжущее обладает тиксотропным характером течения, переходящим в ньютоновское без дополнительного комплексного модифицирования. Данное явление обусловлено формированием саморегулирующейся системы за счет присутствия в сырье, наряду с кремнеземом, минеральных фаз, содержащих ионы щелочных металлов и глинозем.

Предложен механизм оптимизации НПВ при введении рационального количества лимонной кислоты, заключающийся в гидрофилизации поверхности частиц вяжущего и снижении потенциала в присутствии модификатора за счет наличия полярных групп, что сопровождается снижением поверхностного натяжения на границе раздела фаз и пен-

тизацией до первичных агрегатов. Снижение энергии коагуляционного контакта до величины, сравнимой с энергией теплового движения, приводит к повышению агрегативной устойчивости системы, изменению реологического характера течения со структурированного на ньютоновский.

Выявлена корреляция между уровнем шума, издаваемого мельницей при производстве НВ, и кинетикой помола сырья, заключающийся в том, что установившийся уровень шума соответствует режиму неэффективного помола. Этот факт позволяет регулировать время загрузки материала, что обеспечивает снижение энергозатрат на производство вяжущего, уменьшает технологический период перехода на новый вид сырья, а также дает возможность осуществлять контроль технологического процесса.

Практическое значение

Разработаны составы для производства седиментационно-устойчивого наноструктурированного вяжущего на основе перлитовых пород методами мокрого механохимического синтеза и суспендирования. Установлено рациональное количество добавки лимонной кислоты 0,0025–0,01%.

Разработана система мониторинга и поддержки принятия решения процесса производства НВ на основе анализа шума, издаваемого мельницей, с целью регулирования кинетики получения вяжущего на основе различных сырьевых компонентов и управления технологией производства НВ, что позволяет снизить энергозатраты на 15–20%.

Разработан состав комплексного пенообразователя, составными частями которого являются протеиновый (Green Froth – 0,12–0,39%) и синтетический (Ареком-4 0,21–0,28%) пенообразователи, концентрация которых варьируется в зависимости от требуемых характеристик пенобетона на основе НПВ и технологии получения вяжущего.

Предложены составы пенобетона на основе разработанного вяжущего, позволяющие получать теплоизоляционный пенобетон с плотностью 300–500 кг/м^3, пределом прочности при сжатии 1–2,5 МПа, теплопроводностью 0,08–0,1 Вт/(м°С).

Предложена технология производства НПВ и пенобетона на его основе.

Внедрение результатов исследований

Апробацию полученных результатов в промышленных условиях осуществляли на предприятии ООО «Буржелезобетон» республики Бурятия.

Для внедрения результатов научно-исследовательской работы разработаны следующие нормативные документы:

- рекомендации по применению наноструктурированного перлитового вяжущего для производства пенобетона по СТО 02066339-004-2010;
- стандарт организации СТО 02066339-004-2010 «Наноструктурированное перлитовое вяжущее и теплоизоляционный пенобетон на его основе»;
- технологический регламент на производство пенобетонных блоков на основе наноструктурированного перлитового вяжущего для стеновых конструкций в индивидуальном жилищном домостроении.

Теоретические положения диссертационной работы, результаты экспериментальных исследований и промышленного внедрения используются в учебном процессе при подготовке инженеров по специальности 270106 «Производство строительных материалов, изделий и конструкций», специализации «Наносистемы в строительном материаловедении», а также магистров по направлению 270100.68 «Строительство» и по магистерской программе «Технология строительных материалов, изделий и конструкций» (Наносистемы в строительном материаловедении). Результаты были использованы при подготовке лекционного курса и лабораторных занятий для слушателей образовательной программы профессиональной переподготовки, ориентированной на инвестиционные проекты ГК «РОСНАНОТЕХ» по теме «Производство бесцементных наноструктурированных вяжущих негидратационного твердения и композиционных материалов строительного и специального назначения на их основе» № 1/10 от 11.01.2010.

Апробация работы

Основные положения диссертационной работы представлены на: Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы строительства и жизнеобеспечения: безопасность, качество,

энерго- и ресурсосбережение» (Якутск, 2008, 2009); XIII Международном научном симпозиуме им. академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр: комплексное использование минерального сырья» (Томск, 2009); XV Академических чтениях РААСН (Казань, 2010); Международной научно-практической конференции «Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в промышленности строительных материалов» (Белгород, 2010); «Селигер–2010», смене «Инновации и техническое творчество» (Тверская обл., 2010).

Публикации

Результаты исследований, отражающие основные положения диссертационной работы, изложены в 10 научных публикациях, в том числе 2 статьи – в научных журналах по списку ВАК РФ. Подана заявка на патент № 2008142460 и получено положительное решение о выдаче патента от 04.06.2010. На сырьевую смесь для изготовления пенобетона на наноструктурированном перлитовом вяжущем подана заявка на пат. № 2010140241(057709), приоритет от 04.10.2010.

Мирошников Евгений Владимирович. Наноструктурированное перлитовое вяжущее и пенобетон на его основе: дис. ... канд. техн. наук. Белгород: гос. технол. ун-т им. В.Г. Шухова. 2010. 155 с.

Редакция Интернет-журнала «Нанотехнологии в строительстве» предлагает кандидатам и докторам наук опубликовать результаты своих исследований в издании по следующей тематике [2]:

- разработка теории формирования прочности и проницаемости наноструктурированных систем;
- математические квантовые и другие виды моделей для исследования свойств наноматериалов;
- проблемы применения наноматериалов и нанотехнологий в строительстве и строительных материалах;
- технологические принципы создания наноструктур (расплавы, золь-гелевый синтез и др.);
- создание новых функциональных материалов в строительстве;
- разработка принципов перехода «беспорядок-порядок» при создании композитов с использованием синергетики и других подходов;
- изучение различных технологических принципов при создании наносистем в промышленном производстве;
- диагностика наноструктур и наноматериалов строительных систем;
- проблемы получения высокоплотных и высокопрочных строительных материалов (бетоны, керамика и др.);
- технологии измельчения минеральных частиц до наноразмерных уровней;
- технология перемешивания смесей с нанодисперсными частицами и методы их активации;
- гидродинамические и другие методы активации водных суспензий и растворов;
- модификация водных растворов различных наноразмерных добавок, используемых в строительстве;
- исследование в области токсичности порошковых наноматериалов;
- металлическая арматура, модифицированная в процессе изготовления наноразмерными материалами;

- волокна углеродные, базальтовые, арамидные и другие малых диаметров с наноразмерными структурными характеристиками;
- цементные и другие вяжущие с минеральными и органическими добавками;
- бетоны и растворы, модифицированные наноразмерными добавками;
- суспензии минеральных частиц, используемые для лаков, красок, а также модификаторов к бетонам и растворам, свойства, технология их приготовления и живучесть;
- дисперсии органических материалов, используемые для изготовления лаков и красок, а также добавок для бетонов и растворов, методы их активации и живучесть;
- применение нанопорошков различной природы для модификации свойств строительных материалов;
- новые свойства строительных материалов на основе наносистем;
- модифицирование строительных материалов нановолокнами;
- дисперсные композиционные материалы с нанопокрытием;
- формирование наноструктурных покрытий лазерным напылением;
- разработка методов исследования наноструктуры материалов на основе дисперсных систем, в том числе исследования нанообъектов пустоты в пористых системах;
- технологии исследования свойств наноматериалов;
- системы преподавания основ нанотехнологий.

Тематика статей может быть и иной, прямо или косвенно связанной с перечисленными выше направлениями.

Уважаемые коллеги!

При использовании материала данной статьи просим делать библиографическую ссылку на неё:

Карпов А. И. Развитие нанотехнологий в строительстве – актуальнейшая задача ученых и инженеров // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2013, Том 5, № 1. С. 42–55. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_1_2013.pdf (дата обращения: __ _____ _____).

Dear colleagues!

The reference to this paper has the following citation format:

Karpov A.I. Development of nanotechnologies in construction – a task which is of great importance for scientists and engineers. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2013, Vol. 5, no. 1, pp. 42–55. Available at: http://www.nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_1_2013.pdf (Accessed __ _____ _____). (In Russian).

Библиографический список:

1. Электронная библиотека диссертаций. URL: http//www.dslib.net (дата обращения: 29.01.2013).
2. *Гусев Б.В.* Развитие нанотехнологий – актуальнейшее технологическое направление в строительной отрасли // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2011. № 2. С. 6–20. Гос. регистр. № 0421100108. URL: http//www.nanobuild.ru (дата обращения: 29.01.2013).

References:

1. Electronic library of theses. URL: http//www.dslib.net (date of access: 29.01.2013).
2. *Gusev B.V.* Development of nanotechnologies – the most important technological direction in construction // Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet Journal. Moscow. CNT «NanoStroitelstvo». 2011. № 2. P. 6–20. State register № 0421100108.URL: http//www.nanobuild.ru (date of access: 29.01.2013).

Контакты ***Contact information***	**e-mail: info@nanobuild.ru**

ВЕСЕННИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ В УФЕ

SPRING CONSTRUCTION FORUM IN UFA

С 9 по 12 апреля 2013 г. в г. Уфе пройдет очередной весенний строительный форум, который объединяет две отраслевые выставки: «Отопление. Водоснабжение. Кондиционирование» и «Все для строительства и ремонта». Весенний строительный форум – значимое профессиональное событие в строительной индустрии и крупный региональный проект с 18-летней историей.

Организаторами являются: Торгово-промышленная палата Республики Башкортостан, Башкирская выставочная компания, при поддержке Министерства жилищно-коммунального хозяйства РБ, РООР «Союз строителей Республики Башкортостан».

Выставка **«Отопление. Водоснабжение. Кондиционирование»** – это единственный выставочный проект в Республике Башкортостан, охватывающий все основные направления, связанные с реконструкцией, модернизацией и развитием инженерной инфраструктуры данной отрасли. В разделы выставки включен специальный выставочный проект «Чистая вода». Это комплексное мероприятие, центральным событием которого является проведение симпозиума «Инновационные технологии для модернизации водохозяйственного комплекса».

Выставка **«Все для строительства и ремонта»** – идеальная деловая площадка для знакомства с новой продукцией и технологиями в строительной отрасли, презентаций качественного оборудования и отделочных материалов. Она предоставляет возможность компаниям

продемонстрировать свои лучшие разработки, технику, материалы, инвестиционные и инновационные проекты.

В программе мероприятий – традиционный конкурс дизайнеров текстильного интерьера **«Золотой декор»**, единственный конкурс в Республике, который дает возможность дизайнерам претворить свои самые смелые идеи в жизнь.

Ежегодно выставка собирает на своей площадке более 120 компаний – участников из многих регионов России, дилеров иностранных фирм.

Отличительной чертой выставок является масштабная рекламная кампания, нацеленная на привлечение посетителей-специалистов Республики Башкортостан и регионов России, которая включает в себя: адресную рассылку с использованием баз данных крупных предприятий и министерств, рекламу в более чем 30 профессиональных и общественно-политических изданиях, на 25 сайтах и интернет-порталах, наружную рекламу, телевизионные и аудиоролики и другое.

Весенний строительный форум в Уфе:

- **ведущее событие отрасли начала строительного сезона;**
- **возможность за четыре дня получить полную картину рынка строительных и отделочных материалов, оборудования для систем водоснабжения, водоочистки, вентиляции;**
- **уникальная возможность для встреч, общения и налаживания связей со специалистами.**

Оргкомитет форума:
Тел./факс: (347) 248-12-58, 228-91-02, 253-38-00
E-mail: stroy@bvkexpo.ru

www.bvkexpo.ru

БВК БАШКИРСКАЯ ВЫСТАВОЧНАЯ КОМПАНИЯ

9-12 АПРЕЛЯ

УФА-АРЕНА

г. Уфа, ул. Ленина, 114 (вход с ул. Цюрупы)

XVII СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ОТОПЛЕНИЕ
ВОДОСНАБЖЕНИЕ
КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ

СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫСТАВОЧНЫЙ ПРОЕКТ

ЧИСТАЯ ВОДА

www.bvkexpo.ru

XVIII СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ВСЁ для СТРОИТЕЛЬСТВА и РЕМОНТА

БАШКИРСКАЯ ВЫСТАВОЧНАЯ КОМПАНИЯ

Башкирская выставочная компания
(347) 248-12-58, 253-38-00
stroy@bvkexpo.ru

реклама

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ ПО ИТОГАМ 2012 ГОДА В СИСТЕМЕ B2B-CENTER

THE RESULTS OF THE WORK OF CONSTRUCTION ENTERPRISES IN THE SYSTEM B2B-CENTER IN 2012

В числе основных тенденций строительной отрасли в 2012 году можно отметить общее стремление бизнеса к минимизации расходов, развитию современных средств коммуникации, а также повышению информационной безопасности за счет использования электронной подписи. Многие компании стали решать эти задачи путем перевода закупок на электронные торговые площадки.

На примере торгов, проведенных в электронной торговой системе B2B-Center, можно говорить о всплеске количества сделок в отрасли, совершаемых в виртуальном пространстве в 2012 году. Наглядно это демонстрируют данные, приведенные в табл. 1.

Таблица 1

Тенденцией последних лет является все более тщательное планирование закупочной деятельности: заказчики стали закладывать более «правильные», близкие к реальным, цены на закупаемые товары, работы и услуги. В то же время за счет высокой конкуренции на торгах достигается экономия на закупках: средняя эффективность на торгах в сфере строительства в системе B2B-Center в 2012 году составила 7–8%, в отдельных случаях экономия достигала 18-20% и более. В ряде торговых процедур количество участников доходит до 30 компаний.

В табл. 2 приведены данные, отражающие спрос предприятий энергетической, нефтехимической, металлургической, машиностроительной и прочих отраслей на стройматериалы и услуги строительства в системе B2B-Center.

Таблица 2

	Количество ТП	**Доля по объёму ТП**	**Доля по количеству ТП**
1	2	3	4
Строительные материалы, комплектующие, изделия	3734		
Железобетонные изделия	408	39,66%	10,93%
Изделия из бетона (неармированного) и асбеста	756	8,64%	20,25%
Изделия кислотоупорные	45	0,12%	1,21%
Изоляционные материалы	96	6,31%	2,57%
Кровельные материалы	39	1,19%	1,04%
Огнеупорные материалы	870	16,86%	23,30%
Отделочные материалы	32	1,72%	0,86%
Пиломатериалы и строительные деревянные изделия	132	4,77%	3,54%
Стекло и изделия из стекла	1192	14,87%	31,92%
Стеновые материалы	19	0,12%	0,51%
Сыпучие материалы	60	2,10%	1,61%
Трубы керамические	51	3,09%	1,37%
Утеплители	34	0,55%	0,91%

Окончание таблицы 2

1	2	3	4
Строительные услуги, реконструкция, ремонт	12577		
Благоустройство территории	100	0,38%	0,80%
Капитальное строительство	2750	12,66%	21,87%
Консультативные и инженерные услуги в области архитектуры	489	18,45%	3,89%
Монтажные работы	611	1,92%	4,86%
Проектирование зданий и сооружений	182	1,32%	1,45%
Проектирование инженерных сетей	4411	21,89%	35,07%
Прокладка инженерных коммуникаций	925	2,84%	7,35%
Пуско-наладочные работы	677	5,70%	5,38%
Реконструкция и реставрация зданий и сооружений	2218	33,40%	17,64%
Текущий ремонт	154	0,33%	1,22%
Услуги по сносу строений и разборке конструкций	60	1,12%	0,48%
ИТОГО	16311		

Среди стройматериалов повышенным спросом в 2012 году в Системе пользовались железобетонные изделия, огнеупорные материалы, изделия из стекла. Из них более 39,66% – продажи изделий из железобетона. Огнеупорные материалы – 16,86% от общего объема закупок стройматериалов. Стеклоизделия – 14% в общем объеме торгов. По мнению аналитиков электронной торговой площадки B2B-Center, спрос именно на эту номенклатуру продукции указывает на активизацию строительства промышленных объектов. Более того, крупнейшие предприятия осознали эффективность проведения заказа на строительство крупных объектов посредством электронных торговых площадок, что подтверждается высоким спросом на услуги капитального строительства. В 2012 году спрос на капстроительство превысил 21 млрд руб.

Объем услуг по реконструкции составляет 33,40% от общего объема торгов. Консультативные и инженерные услуги в области архитектуры занимают 18,45% от общей доли.

В связи с тем, что в системе B2B-Center работают крупнейшие энергетические компании России – ОАО «Интер РАО ЕЭС», ОАО «РусГидро», ОАО «Холдинг МРСК», ОАО «РАО ЭС Востока» и др. – услуги по проектированию инженерных сетей пользуются высоким спросом – 21,89% от общего числа торгов по строительству.

В территориальном разрезе статистика по количеству торгов в строительной отрасли России в системе B2B-Center выглядит следующим образом:

В первую очередь, успешно участвуют в электронных торгах производители, дилеры и подрядчики тех категорий продукции и услуг, в которых электронная торговля уже хорошо развита. Активно начала развиваться электронная коммерция в сфере строительства в регионах.

Состояние строительной отрасли – один из важнейших индикаторов состояния экономики страны. Постепенный перевод канала продаж компаний строительной отрасли в интернет-среду – тенденция данной отрасли. По мнению аналитического департамента B2B-Center, положительная динамика роста количества и объема торгов сохранится. Согласно прогнозу экспертов, по итогам 2013 г. объем торгов в строительной отрасли в Системе увеличится на 24%.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ГРАНУЛИРОВАННОГО ПЕНОСТЕКЛА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛА

MODERNIZATION OF GRANULATED FOAM GLASS TECHNOLOGY AND POTENTIAL APPLICATION OF THE MATERIAL

Из всех видов теплоизоляции пеностекло является наиболее универсальным материалом, сочетающим высокие теплоизоляционные свойства с негорючестью, жесткостью, экологической безопасностью и практически неограниченным сроком эксплуатации. Для обсуждения новых технологических решений, бизнес-предложений по производству и применению гранулированного пеностекла в Экспоцентре 31 января 2013 года, в рамках выставки «Отечественные строительные материалы–2013», проведена научно-практическая конференция «Модернизация технологии гранулированного пеностекла и перспективы использования материала». Интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве» осуществлял информационную поддержку мероприятия.

Among all insulation materials the most universal one is foam glass due to its high thermal insulation properties as well as incombustibility, hardness, ecological safety and practically unlimited operation life span. To discuss new technological solutions, business proposals concerning production and use of granulated foam glass a theoretical and practical conference «Modernization of granulated foam glass technology and potential application of the material» has been held in Expocenter on 31 January 2013 within the frames of the exhibition «Domestic Construction Materials–2013». Internet-journal «Nanotechnologies in Construction» provided information support of this event.

Приоритет в создании пеностекла принадлежит России (30-е гг. XX в., школа академика И.И. Китайгородского). Основные принципы производства, технологические особенности и даже структура себестоимости продукции изложены в классических монографиях Б.К. Демидовича.

Мировой опыт показывает, что не всегда выгодно использовать пеностекло в виде блоков. В ряде случаев для строительства представляет интерес пеностекло в виде гравия или щебня, например, как насыпной теплоизоляционный материал или заполнитель бетонов. Накоплен огромный опыт использования пеностеклянного щебня Schaumglas Schotter и гравия Poraver. Получение мелких гранул теплоизоляционного материала технологически более выгодно с точки зрения теплообмена. При производстве блочного пеностекла до 80% длины туннельной печи, а значит, до 80% времени, составляет медленное охлаждение материала. Быстрое охлаждение и повышение производительности печи приводит к значительным внутренним напряжениям и разрушению блоков.

Производство гранулированного пеностекла в настоящее время в промышленных масштабах освоено в России на нескольких предприятиях. Существующая технология предполагает гранулирование методом окатывания. При насыпной плотности материала 170–300 кг/м^3 материал имеет низкое водопоглощение и высокую прочность. Особенностью процесса гранулирования порошковых материалов окатыванием является принципиальная невозможность стабильного получения мелких гранул (менее 2–5 мм), что приводит к отсутствию на рынке гранулированного пеностекла с размерами зерен менее 5 мм. Поэтому гранулированное пеностекло, производимое в России в настоящее время, не может быть использовано как заполнитель для штукатурок и сухих смесей вследствие размера гранул.

Фактически на рынке присутствует мелкогранулированное пеностекло единственного производителя – германской фирмы Poraver®. В Западной Европе этот материал успешно используется уже несколько десятилетий, причем особенно заметный взлет спроса на него отмечает-

ся в последние годы, когда проблеме энергосбережения стали уделять самое пристальное внимание. В России применение материала незначительно и ограничено практически только изготовлением сухих строительных смесей премиум-класса вследствие высокой отпускной цены и затрат на доставку.

Синтез стекла вообще и пеностекла, в частности, при относительно невысоких для этого процесса температурах – 700–850°С – возможен, если в качестве кремнийсодержащего компонента использовать аморфные модификации оксида кремния. Другим необходимым условием является доступность внутренней поверхности силиката для стеклообразующих компонентов.

В результате проведенных исследований было установлено, что необходимыми условиями прямого синтеза пеностеклянных материалов из природных силикатов является аморфная форма сырьевого оксида кремния и наличие в нем наноразмерной транспортной пористости. Найденные технические решения были реализованы на практике в виде технологии получения мелкогранулированного пеностеклянного материала, реализованной в промышленном масштабе.

Пеностекло признаётся уникальным и востребованным материалом всеми строителями страны. Гранулированное пеностекло в течение последних десяти лет выпускалось и выпускается несколькими производителями небольшими партиями при невысокой мощности производств. В настоящее время наработан серьезный опыт в производстве и применении этого материала. Тем не менее, гранулированное пеностекло остается элитарным материалом, что связано как со сложностями технологии, так и с его высокой себестоимостью.

Инновационные технологические решения позволили не только снизить себестоимость, сделав материал доступным для широкого круга потребителей, но и сделать бизнес производства материала доступным.

Для обсуждения новых технологических решений, бизнес-предложений по производству и применению гранулированного пеностекла в Экспоцентре 31 января 2013 года проведена научно-практическая конференция **«Модернизация технологии гранулированного пеностекла и перспективы использования материала»**. Впервые в рамках одного мероприятия были собраны специалисты, имеющие реальный опыт производства и применения гранулированного пеностекла.

Директор ООО «ТеплоСтек» д-р техн. наук, профессор А.А. Кетов

С вступительным докладом «Технология гранулированного пеностекла – новые технические решения для доступности материала» выступил ***директор ООО «ТеплоСтек», д.т.н., профессор Кетов А.А.*** На основании рассмотрения классической технологической схемы производства гранулированного пеностекла из стеклобоя были показаны принципиальные ограничения известного метода, связанные с ограничениями по сырьевому ресурсу, сложности производства мелких фракций и низким силикатным модулем продукта.

В связи с этим были предложены и осуществлены на практике новые технические решения, основанные на следующих принципах:

- получение в качестве сырья не механической смеси компонентов, а химического соединения, содержащего в своем составе все необходимые компоненты как для стеклообразования, так и для газовыделения;
- термический синтез стекла из гидросиликатов с одновременным газообразованием;
- невысокие в сравнении с традиционным стекловарением температуры синтеза материала, не превышающие 850°С;
- вспенивание силиката в пиропластичном состоянии выделяющимися парами воды, причем последние для увеличения газовыделения могут служить окислителем углерода, добавляемого в исходную композицию в требуемом количестве.

В результате реализации на практике предложенной технологии появляется возможность расширения круга производителей гранулированного пеностекла, существенного понижения его стоимости и повышения качества.

Президент СтеклоСоюза, к.э.н. Осипов В.И. в докладе «Опыт применения пеностекла в строительстве и правовые проблемы при его внедрении» остановился на вопросах сертификации материала в строительстве. Так, отмечено, что на территории Российской Федерации ГОСТов на пе-

Президент «СтеклоСоюза», канд. экон. наук В.И. Осипов

ностекло – нет. СНиП 23-02-2003 определяет методы расчета, разработанные на основе технологии применения минеральной ваты и пенопластов. Технологических документов по проектированию и строительству с учетом свойств пеностекла – нет. Документов, определяющих нормы и правила производства работ – нет. Сметных нормативов – нет. Отсутствие нормативных документов тормозит применение пеностеклянных материалов в строительстве.

Между тем, на территории Европы действует EN 13167 «thermal insulation for buildings-CG-cellular glass 2008». Этот стандарт ссылается на выполнение требований еще 32 нормативов: EN 822, EN 823, EN 824, EN 825, EN 826 : 1996, EN 1602, EN 1603, EN 1604, EN 1605, EN 1606, EN 1607, EN 1608, EN 1609, EN 12086: 1997, EN 12087, EN 12089, EN 12090, EN 12430, EN 12667, EN 12939, EN 13172 :2008, EN 13471:2001, EN 13501-1, EN 13820, EN 13823, EN ISO 354, EN ISO 1182, EN ISO 1716, EN ISO 9229:2007, EN ISO 11654, EN ISO 11925-2, ISO 12491. Дополнительно EN ISO 10456 определяет процедуру подтверждения долговечности теплотехнических свойств.

Мировой опыт показывает, что применение пеностекла происходит в зданиях с повышенным уровнем ответственности, при классификации здания как уникальное; в зданиях с влажным и мокрым режимом эксплуатации; в конструкциях зданий и сооружений, срок безремонтной эксплуатации которых составляет более 50 лет.

Климатические условия РФ, активное развитие объемов строительства (федеральные программы, иностранные инвестиции и многое другое) определяют активное применение утеплителей. Доля пеностекла может составить минимум 10% от всего объема утеплителей.

Например, Западная Европа потребляет ежегодно 1 000 000 м^3 пеностекла; Китай за последние 4 года построил у себя более 10 заводов по пеностеклу, общая производительность которых – уже более 1 500 000 м^3; Россия потребляет столько же пеностекла, сколько потребляет Люксембург ориентировочно по 70 000 м^3.

По мнению докладчика, количество пеностекла, необходимое для удовлетворения потребностей Российского рынка, минимум в 50 раз больше фактического, но именно отсутствие нормативной и правовой базы останавливает это развитие.

Вице-президент НПЦ «СТРОЙТЕХ» Болховитин Н.В.

Вице-президент НПЦ «СТРОЙТЕХ» Н.В. Болховитин

Для решения жилищной проблемы нужна домостроительная система, отвечающая современным требованиям качества, сроков строительства, стоимости, долговечности, энергоэффективности, сейсмостойкости, пожарной и санитарной безопасности.

Индустриальной реализацией, разработанной НПЦ «Стройтех» Универсальной домостроительной системы, является современный домостроительный комбинат «ДСК XXI века», в который входят: технологическая линия безопалубочного формования железобетонных изделий, линия производства ограждающих конструкций (крупнопанельных или мелкоштучных), участок изготовления колонн и доборных элементов, бетоносмесительное оборудование.

Одной из наиболее важных в жилищном строительстве является проблема стены. Это на сегодняшний день актуальная, многогранная и очень запутанная тема. Основные направления анализа на первом этапе: варианты теплоэффективной панели, технология производства и применения многощелевых керамоблоков, пеностекло как эффективный утеплитель, различные варианты термоблока. Есть и другие назревшие проблемы. В их числе – производство строительных материалов из техногенных отходов, расширение номенклатуры железобетонных изделий, производимых по современным технологиям, и многие другие.

Генеральный директор ОАО «Московский институт материаловедения и эффективных технологий», акад. РАЕН, д.х.н. Бикбау М.Я. в докладе «Капсуляция легких заполнителей – новая техноло-

гия теплоизоляции» рассмотрел ряд вопросов, связанных с созданием композиционных материалов на основе легких заполнителей.

Капсуляция – новое направление получения композиционных материалов, развиваемое ОАО «Московский ИМЭТ» – является одним из наиболее перспективных, энергосберегающих подходов к созданию эффективных материалов и изделий. Новая технология и материал названы КАПСИМЭТ. В докладе рассмотрены новые направления получения теплоизоляционных материалов, изделий и конструкций, заключающиеся в формировании микрооболочек жидких веществ на дисперсных частичках или зернах различного происхождения с последующим омоноличиванием изделий.

Суть нового процесса – в применении центробежных воздействий на различные дисперсии зерен легких заполнителей: пеностекла, керамзитового гравия, гранул пенополистирола, древесную щепу, которые обеспечивают их интенсивное перемещение вместе с вяжущим веществом на внутренней поверхности оригинального оборудования и активное, за несколько десятков секунд, втирание связующего в верхние слои зерен капсулируемого материала. По новой технологии можно осуществлять монолитное строительство ограждающих конструкций и изготовление различной номенклатуры теплоизоляционных изделий в виде блоков, скорлуп и т.п.

Новая технология КАПСИМЭТ позволяет более 15 лет получать в заводских условиях и на строительных площадках однослойные легкие и тяжелые наружные стены на основе капсулированного керамзитового гравия объёмной массой 400–600 кг/м^3 при расходе цемента 100–120 кг на м^3 стены. Прекрасные строительно-эксплуатационные свойства, низкая себестоимость и долговечность макрокапсулированных легких бетонов КАПСИМЭТ дают возможность полностью отказаться от применения вредных, пожароопасных и недолговечных плитных «эффективных» утеплителей (минеральной ваты и базальтового волокна, связанных фенолформальдегидными смолами; пенополистирольных плит и пенопласта), превратившихся в беду жителей и строителей России.

Для реализации технологии КАПСИМЭТ ОАО «Московским ИМЭТ» создано новое оборудование, позволившее построить более 200 энергосберегающих, пожаробезопасных и долговечных домов в Подмосковье, Самарской области и других регионах России.

Об опыте производства гранулированного пеностекла рассказал ***директор по развитию производственной компании Saitax Чернов С.А.*** в докладе «Рынок гранулированного пеностекла, объемы и области применения». В настоящее время в связи с быстрым ростом цен на энергоносители особую актуальность приобретает вопрос улучшения энергоэффективности жилья, коммерческих и промышленных зданий. Методом решения данной проблемы служит применение современных энергосберегающих технологий и теплоизоляционных материалов. Одним из таких материалов является выпускаемое нами тепло-звукоизоляционное пеностекло.

Директор по развитию Московского завода строительных смесей «ПОБЕДИТ» А.М. Тихонко

Директор по развитию Московского завода строительных смесей «ПОБЕДИТ» Тихонко А.М. рассказал об опыте использования гранулированного пеностекла в докладе «Обследование легких заполнителей в сухих строительных смесях и легкие сухие смеси на основе пеностекла».

Идея разработать «теплую штукатурку» стара, как само понятие «штукатурка». Вопрос особенно обострился за последнее время, когда в Российской Федерации были установлены новые повышенные нормы по термосопротивлению ограждающих конструкций.

Для достижения высоких показателей по теплоизоляции необходимо использовать стеновые материалы с малой плотностью, поскольку, как известно, теплопроводность материала и его плотность находятся приблизительно в обратной пропорциональной зависимости. К таким материалам, прежде всего, относятся изделия из ячеистых бетонов (пено- и газобетоны, пенополистиролбетон), а также крупноформатные керамические блоки (с заполнителем или без него). Для пенополистиролбетона коэффициент теплопроводности находится на уровне 0,06–0,08 Вт/м К, для газосиликата он составляет 0,12–0,16 Вт/м К, и для пенобетона и теплой керамики – около 0,16–0,20 Вт/м К.

Традиционные утеплители – минваты, стекловаты, пенополистиролы обычные и экструдированные, комбинированные материалы типа пенофола – несмотря на хорошие теплоизоляционные свойства, не способны долго сохранить их на исходном уровне в процессе эксплуатации. Все знают о повсеместных случаях намокания утеплителей и постепенного превращения их в «замерзатели».

Кроме того, неблагополучные в экологическом плане пенополистиролы давно уже запрещены к применению во многих странах Европы санитарными нормами. Понятным становится желание искать другие подходы к решению проблемы. Применение теплых штукатурок, безусловно, является именно таким иным подходом.

Теплыми штукатурками можно утеплять любые здания, фасады или внутренние помещения, как это и рекомендуют многие производители, следуя принципу «лишь бы продать», но ведь такое утепление не всегда экономически оправданно. Зачастую именно стоимость утепления является главным определяющим фактором для выбора в пользу того или иного способа утепления.

Расчет сопротивления паропроницаемости и проверку возможности выпадения конденсата необходимо вести по СНиП II-3-79* «Строительная теплотехника».

Теплыми штукатурками обычно называют сухую смесь пористого наполнителя, пластификаторов и вяжущих компонентов, которыми являются гипс (штукатурки для внутренних работ) или портландцемент (для внешних). Теплые штукатурки по большому счету отличаются от обычных только наличием пористого заполнителя с малой теплопроводностью, но заполнитель этот бывает различного происхождения. Наиболее известные заполнители для теплых штукатурок – это вспученные пески на основе перлита и вермикулита, древесные опилки, шарики из пенополистирола, мелкофракционный керамзит, а также вспененные в вакууме гранулы кремния или стекла. Физические свойства заполнителей, такие как плотность, водопоглощение, паропроницаемость, прочность, теплопроводность, устойчивость к атакам плесени, грызунов и других мелких агрессоров, токсичность в конечном итоге и определяют свойства теплых штукатурок. Рассмотрим же теперь более пристально, какие существуют виды теплых штукатурок по типу используемого заполнителя со всеми их плюсами и минусами.

Теплые штукатурки с заполнителем из пеностекла обладают рядом интересных и полезных свойств. Оказываются, что гранулы пеностекла, которые получают при высокотемпературном вспенивании, имеют такую мелкопористую структуру, что практически не сорбируют, а значит и не накапливают влагу, но при этом хорошо пропускают воздух и водяной пар. Поэтому и штукатурка на базе такого заполнителя не будет накапливать воду и не будет препятствовать прохождению воздуха и водяных паров. В затвердевшем виде штукатурка на основе пеностекла представляет собой прочное водонепроницаемое и огнестойкое, но в то же время дышащее покрытие с высоким коэффициентом термосопротивления при полной экологической чистоте: она не содержит опасных при использовании в жилых помещениях канцерогенного и радиоактивного асбеста, пожароопасного пенополистирола, а также других неприятных для человека компонентов. Штукатурка из пеностекла стабильна и экологична при любых температурах – нечему тлеть, гореть, разлагаться или замерзать.

Коэффициент теплопроводности теплых штукатурок на базе пеностекла гораздо ниже, чем у штукатурок на основе шариков пенополистирола или перлита-вермикулита – вяжущего идет в разы меньше на тот же объем. Высокая степень тепловой защиты достигается также за счет полного отсутствия мостиков холода при применении штукатурок на основе пеностекла. Дополнительным преимуществом такого типа покрытий является тот факт, что такие теплые штукатурки не нуждаются в дополнительной финишной отделке и напротив, предоставляют дизайнеру простор для своей фантазии. Так, при применении гранул на внешнем слое с размером от 1 до 3 мм конечная поверхность имеет характерный шероховатый законченный декоративный вид, причем индивидуальные фактурные особенности можно формировать дополнительно специальными валиками прямо при нанесении. Пока поверхность еще влажная она легко принимает нужную текстуру. Штукатурки из пеностекла благодаря особой пластичности рабочего раствора позволяют формировать на фасадах элементы декора, включая карнизы, колонны и прочие архитектурные изыски. Кроме того, материалы на основе пеностекла легко шлифуются и красятся. В зависимости от применяемого вяжущего готовый фасад имеет серый или белый цвет, и уже через 2 дня после оштукатуривания его можно красить паропроницаемыми красками, а при желании и не

красить вовсе – основные свойства штукатурного фасада от этого не изменятся.

Похоже, единственной отрицательной чертой теплых штукатурок на основе пеностекла является их относительно высокая стоимость, но и она компенсируется за счет многих положительных свойств.

Перечислим в качестве подведения итогов основные преимущества пеностеклянной теплой штукатурки:

1. защита от пожаров и огня – полностью не горюча, не выделяет при нагреве вредных для здоровья человека продуктов;
2. экологическая чистота – не содержит выделяемых традиционными утеплителями вредных веществ, не радиоактивна;
3. исключительно высокие теплозащитные свойства – не требует применения при монтаже никаких «мостиков холода»;
4. высокая технологичность – при использовании всего одного материала создается одновременно эффективные утепление, гидроизоляция, пожаробезопасное покрытие и финишная отделка;
5. в готовом покрытии не обитают посторонние жильцы как на миро-, так и на макроуровне;
6. высокая эффективность по шумоизоляции;
7. простота монтажа и высокая ремонтопригодность;
8. отсутствие необходимости применения дополнительных материалов – армирующих сеток, армирующих составов и клеев, шпаклевок, дюбелей, направляющих и пр.;
9. не допускает появления температурных деформаций в несущих стенах;
10. препятствует появлению высолов;
11. препятствует коррозии арматуры в бетоне;
12. защищает швы между панелями в соответствующих сооружениях;
13. материал в 4 раза легче обычной штукатурки, что уменьшает дополнительную нагрузку на фундамент;
14. применение материала для утепления возможно без планового отселения жильцов в многоквартирных домах;
15. дает возможность легкого обновления фасадов с одновременным получением новых цветовых дизайнерских решений.

Таким образом, подводя итог всему вышесказанному, мы считаем, что утеплительные системы на основе теплой штукатурки на базе пе-

ностекла – это самое экономически выгодное и эффективное инновационное решение проблемы утепления с одновременной внешней отделкой дома. На сегодняшний день мы называем три наиболее известные марки пеностеклянных штукатурок: это «WarmMix» (ВармМикс), называемая еще «Мишка», штукатурка фирмы «ИВСИЛ» и материал производства фирмы «Победит» под названием «Победит ТМ-30 Penosteklo».

Генеральный директор ОАО «ЦКБ «МОНОЛИТ» Волков В.А. в докладе «Пеностекло как заполнитель бетонов в плавучих конструкциях» остановился на вопросах применения гранулированного пеностекла в легких бетонах плавучих конструкций. Были представлены физико-механические характеристики пеностекла различных видов и фракций, полученные в результате проведения лабораторных исследований, как самих материалов, так и изготовленных образцов из разных подборов легкого бетона на гранулированном пеностекле. На основании полученных результатов испытаний образцов легкого бетона рассматривается перспектива применения пеностекла в судостроительной отрасли.

В последующей свободной дискуссии выступавшие отмечали своевременность проведения конференции и актуальность рассматриваемой темы. В заключении модератор конференции профессор Кетов А.А. выразил благодарность от имени организаторов журналам, в т.ч. Интернет-журналу «Нанотехнологии в строительстве», организовавшим информационную поддержку, а также всем присутствовавшим за содержательную дискуссию.

24-27 АПРЕЛЯ 2013, МОРПОРТ

СТРОЙИНДУСТРИЯ 2013

ВЫСТАВОЧНЫЕ ПАВИЛЬОНЫ

СОЧИ

СТРОИТЕЛЬНАЯ ВЫСТАВКА

- АРХИТЕКТУРА. СТРОИТЕЛЬСТВО. БЛАГОУСТРОЙСТВО. ЖКХ
- СТРОИТЕЛЬНЫЕ И ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ОБОРУДОВАНИЕ
- КЛИМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ. ТЕПЛО-, ГАЗО-, ВОДОСНАБЖЕНИЕ
- ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
- СТРОЙСПЕЦТЕХНИКА. ДОРОГА. ТОННЕЛЬ
- ДОМ. ДАЧА. КОТТЕДЖ. ДЕРЕВЯННОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ. ЛАНДШАФТНЫЙ ДИЗАЙН
- ДИЗАЙН ИНТЕРЬЕРА, ЭКСТЕРЬЕРА. ДЕКОР
- ЭКОЛОГИЯ. БЕЗОПАСНОСТЬ

Генеральный информационный спонсор: Стройка. Группа газет

Генеральный Интернет-партнер: Пульс цен

Главный информационный партнер: Композит

Специальный информационный партнер: Строительная орбита

Региональный информационный партнер: Business S

Партнер:

СОЧИЭКСПО

Выставочная компания «Сочи-Экспо ТПП г. Сочи»
тел./факс: (862) 264-87-00, 264-23-33, (495) 745-77-09
e-mail: M.Lepikova@sochi-expo.ru; www.sochi-expo.ru

ГРУППА КОМПАНИЙ ИВЕНТ-СЕРВИС

реклама

ПАТЕНТЫ НА ИЗОБРЕТЕНИЯ

PATENTS FOR INVENTIONS

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОПОРОШКОВ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ МАТЕРИАЛОВ (ПАТЕНТ 2475298)

A METHOD FOR PRODUCTION OF NANOPOWDERS FROM DIFFERENT ELECTROCONDUCTIVE MATERIALS

По просьбе авторов и читателей Интернет-журнала «Нанотехнологии в строительстве» с №1/2013 в рубрике «Патенты на изобретения» будет публиковаться краткое содержание патентов, использующихся как в строительстве и ЖКХ, так и в смежных отраслях промышленности: химической, радиоэлектронной и др.

At the request of the authors and readers of the Internet-Journal «Nanotechnologies in Construction» from the issue №1/2013 in the section «Patents and Inventions» we will briefly publish the patents used in construction and communal services as well as in joint industrial areas: chemistry, radio electronics and others.

Способ получения нанопорошков из различных электропроводящих материалов

Изобретение может быть использовано в химической, радиоэлектронной отраслях промышленности и энергетике. Из выбранного материала изготавливаются электропроводящие электроды. На электроды подают высоковольтное импульсное напряжение для генерации сильноточного разряда, происходит нагрев и испарение электродов, с последующим охлаждением и конденсацией образовавшихся паров до образования наночастиц. Электроды размещают в вакуумированной среде плазмообразующего газа, подачу на электроды высоковольтного импульсного напряжения осуществляют до образования и поддержания в межэлектродном пространстве плазмы. Изобретение относится к физико-химическим способам получения ультрадисперсных порошков (нанопорошков) и покрытий из электропроводящих материалов, основанным на газофазном синтезе нанопорошка. Предлагаемый способ может применяться в различных отраслях промышленности: машиностроительной, авиационной, радиоэлектронной, энергетике и др. Применение данного способа может иметь большой практический интерес при получении нанопорошков на основе тугоплавких и имеющих высокую твердость материалов.

Физико-химические методы получения ультрадисперсных порошков включают три последовательные стадии: испарение вещества, транспортировка и конденсация порошка. В большинстве этих методов образование ультрадисперсного порошка происходит, когда исходный материал находится в газовой фазе.

Известны различные способы получения нанопорошков различных электропроводящих материалов:

– механические методы получения нанопорошков – измельчение материалов механическим путем в мельницах различного типа;
– физико-химические методы получения нанопорошков.

Общей проблемой химических методов получения коллоидных частиц (ультрадисперсных порошков) является их загрязнение продуктами реакции, что значительно сужает область их использования. Эта проблема может быть решена при использовании физических методов диспергирования, таких как лазерная абляция массивного металла,

а также электродуговая эрозия электродов, выполненных из соответствующих металлов.

Отличительной особенностью физико-химических методов получения ультрадисперсных порошков, основанных на газофазном синтезе, является то, что в результате интенсивного нагрева исходный материал испаряется и поступает в виде газа (пара) в реакторное пространство, где происходят фазовые переходы пар (газ) – жидкость – твердое тело или пар – твердое тело в объеме или на поверхности подложки, а также на стенках камеры. Для интенсивного нагрева применяют лазерный пучок, плазменный поток, электрическую дугу или электровзрыв проводника. Так, например, распыление катода вакуумной дугой – один из распространенных методов синтеза ультрадисперсных и наноструктурированных порошков тугоплавких материалов. Конденсация и охлаждение нанопорошка могут производиться и в вакууме, и в среде инертного газа, а также на твердых или жидких подложках. Такими методами могут быть получены ультрадисперсные порошки различных металлов и сплавов с размерами частиц 10–100 нм.

Недостатками данных методов являются: во-первых, загрязненность полученного порошка кислородом, когда процесс протекает не в вакуумных условиях, во-вторых, большой разброс размеров получаемых частиц, в-третьих, необходимость специального оборудования.

Во избежание загрязненности конечного продукта атмосферным кислородом широко используют вакуумное осаждение с использованием, например, вакуумных дуговых испарителей.

Наиболее близким к заявленному способу является следующее решение.

Высоковольтный импульсный электродуговой способ получения наночастиц металлов в жидких средах [1] выбран в качестве прототипа.

В отличие от традиционных методов изготовления высокодисперсных растворов металлов (в частности, Ag) в жидких средах, основанных на химических реакциях соединений, содержащих металлы, в данном способе применяется электродуговой импульсный метод диспергирования металлов в дистиллированной воде.

Импульсный электрический разряд в жидкости представляет собой процесс кратковременного выделения большой энергии в малом объеме канала под действием высокого электрического потенциала между про-

тивостоящими электродами, погруженными в жидкость. Данный способ позволяет синтезировать в жидких средах наночастицы металлов с размерами от 5 нм до 250 нм.

Основными элементами реактора для генерации наночастиц в жидкой среде электродуговым импульсным методом являются:

- высоковольтный блок питания, диапазон рабочих напряжений 4÷10 кВ;
- зарядный конденсатор;
- высоковольтный коммутатор;
- разрядный конденсатор;
- электроды, погруженные в жидкость;
- генератор импульсов (им может служить высоковольтный коммутатор).

Основными недостатками данного способа являются:

1. В процессе разряда в жидкости энергия, вложенная в разрядный промежуток, расходуется не только на образование дуги, оплавление и эрозию электродов, но также теряется по нескольким каналам: гальванические процессы в предпробойный период и в моменты пропускания тока разряда; ионизация и нагрев жидкости; гидравлический удар вследствие резкого повышения давления в ядре разряда; излучение из горячей зоны разряда.

2. При получении коллоидного раствора серебра для обеспечения оптимального режима работы рабочая величина зазора между электродами реактора составляет 50÷120 мкм. В этих условиях (малое проходное сечение для протока воды) затруднен обмен жидкости (коллоидного раствора), и каждый последующий разряд происходит в коллоидном растворе высокой концентрации и иногда в присутствии крупных частиц серебра, которые приводят к замыканию межэлектродного зазора и нарушению оптимальных режимов работы разряда и, как следствие, неконтролируемому изменению параметров раствора.

3. При формировании импульсов в течение времени зарядки конденсатора на электродах присутствует высокое постоянное напряжение, что вызывает гальваническое растворение электродов и неконтролируемое изменение состава раствора.

4. Увеличение зазора вызывает рост пробивного напряжения и, соответственно, вкладываемой в импульс энергии, это приводит к увеличению эрозии и ускоренному расширению зазора в этой зоне. И, на-

оборот, при уменьшении зазора энергия разряда ниже, эрозия меньше. Таким образом, в процессе работы происходит увеличение неравномерности зазора между электродами. Соответственно, для обеспечения оптимального режима работы реактора дополнительно требуется строгий контроль неравномерности зазора между электродами.

Техническая задача, решаемая предложенным изобретением, состоит в расширении арсенала средств для получения нанопорошков, предотвращении гальванического растворения электродов, в исключении существенного влияния процессов эрозии электродов на параметры разряда, обеспечении возможности более точного регулирования состава, структуры, скорости образования получаемого продукта (нанопорошка).

Таким образом, заявленное изобретение представляет собой еще один способ получения ультрадисперсных нанопорошков на основе электропроводящих материалов, что позволяет расширить возможности известных технологий получения нанопорошков.

Реализацию указанного способа обеспечивает совокупность существенных признаков, приведенных ниже.

Способ получения нанопорошков из различных электропроводящих материалов, включающий изготовление из выбранного материала электропроводящих электродов, формирование и подачу на электроды высоковольтного импульсного напряжения для генерации сильноточного разряда, нагрев и испарение электродов, последующее охлаждение и конденсацию образовавшихся паров до образования наночастиц, причем электроды размещают в вакуумированной среде плазмообразующего газа, подачу на электроды высоковольтного импульсного напряжения осуществляют до образования и поддержания в межэлектродном пространстве плазмы, в процессе высоковольтного сильноточного импульсного разряда формируют продольное магнитное поле напряженностью от 0,02 до 0,1 Тл, при этом в межэлектродный зазор осуществляют импульсный напуск инертного газа под давлением от 5 до 100 атм при длительности импульса 0,2–2 мс, причем:

– электроды выполняют из материалов, определяющих предварительно заданный конечный состав нанопорошка;
– в вакуумированной среде формируют и поддерживают вакуум от 0,1 до 10 мм рт. ст. и скорость охлаждения образовавшихся паров от 100 до 200°/сек;

– в состав плазмообразующего газа вводят химические элементы, необходимые для образования предварительно заданного состава нанопорошка;
– в состав плазмообразующего газа вводят углерод для образования карбидов или азот для получения нитридов в составе нанопорошка;
– начальное электрическое напряжение на электродах устанавливают в диапазоне от 10 до 100 кВ, длительность импульсов тока выбирают в пределах от 20 до 100 мкс, а силу импульсов тока выбирают в пределах от 20 до 1000 кА.

В основу способа положены процессы эрозии и разрушения поверхности электропроводящих материалов под воздействием интенсивных плазменных, электронных и ионных потоков в мощном импульсном сильноточном высоковольтном разряде, последующий разлет эродированного вещества и образование его вторичных микроструктур в вакууме. При этом разрядный ток достигает ~100 кА и выше при начальном напряжении между электродами более 10 кВ.

В предлагаемом способе, в отличие от аналога, высоковольтный разряд происходит в вакууме, и, следовательно, отсутствует гальваническое растворение электродов. Кроме того, расстояние между электродами может достигать нескольких см, т.е. значительно превосходит глубину распыляемого (испаряемого) слоя, поэтому процессы эрозии электродов не могут существенно влиять на параметры разряда.

Основные параметры установки для осуществления указанного способа следующие: импульсное напряжение от 5 до 70 кВ подается на разрядные электроды от источника питания (конденсаторной батареи емкостью 6–18 мкФ) через разрядник. Разрядный ток в цепи контролируется с помощью пояса Роговского. Амплитуда разрядного тока может достигать ~100 кА и выше; электроды из эродируемого электропроводящего материала расположены на одной оси (соосно), расстояние между электродами можно изменять от 1 до 20 см; через регулируемый натекатель в камеру можно напускать требуемый плазмообразующий газ (водород, гелий, аргон, криптон и др.). Для сбора конечного продукта между электродами на дне вакуумной камеры располагается приемный коллектор. Вакуумная система установки обеспечивает начальную откачку рабочей камеры до ~$1 \cdot 10^{-5}$ мм рт. ст.

Также имеется система генерации продольного магнитного поля, необходимая для обеспечения макроскопической устойчивости разрядного тока и равновесия плазменного шнура.

Чтобы обеспечить высокую скорость образования наночастиц из конденсированной фазы и контролируемое торможение их роста, вакуумная установка снабжена системой для импульсного напуска охлаждающего, как правило, инертного газа под высоким давлением в разрядный промежуток.

Разрядные электроды в зависимости от требований к физико-химическому составу получаемого нанопорошка могут быть изготовлены как из одного и того же проводящего материала, так и из различных материалов, имеющих разный химический состав, обеспечивающий протекание необходимых плазмохимических реакций в процессе импульсного сильноточного электрического разряда.

Еще одной отличительной чертой предлагаемого способа является то, что для образования ультрадисперсного нанопорошка могут использоваться только твердотельные электроды, изготовленные из электропроводящих материалов, но плазмообразующий газ может вступать в химическое (плазмохимическое) взаимодействие с испаряемым веществом электродов, образуя в результате нанопорошок заданного физико-химического состава.

Примеры осуществления способа

Пример 1

В рамках проекта РФФИ-05-08-50002 «Исследование динамики разрушения проводников при их сверхскоростном столкновении и в мощном импульсном сильноточном разряде» был проведен цикл экспериментов с электродами из алюминия, нержавеющей стали и из вольфрама. В качестве плазмообразующего газа в данных экспериментах использовались гелий (He) и аргон (Ar), можно использовать и другие плазмообразующие газы в зависимости от задач.

Показано, что при определенных экспериментальных условиях имеет место заметная эрозия электродов, и на приемном коллекторе зарегистрированы продукты эрозии в виде тонкого покрытия и слоя пыли-порошка. При анализе этого слоя на электронном микроскопе зафиксированы частички от 50–100 нм до нескольких микрон.

Известный прикладной интерес имеет задача получения нанопорошка карбида вольфрама (WC). По этому по проекту РФФИ 08-08-00761 проводились эксперименты по получению нанопорошка карбида вольфрама (WC) предлагаемым способом. Все представленные ниже примеры задокументированы в отчетах по указанному проекту.

Оценки показали, что порог энергии электронных и ионных потоков, при котором возможно эффективное распыление вольфрама в импульсном разряде, лежит выше 20 кВ. Поэтому в описанных ниже экспериментах конденсаторная батарея установки заряжалась до 30–35 кВ, что практически соответствует первоначальному напряжению разряда.

Пример 2

Для получения ультрадисперсного порошка карбида вольфрама (WC) были изготовлены электроды из взаимодействующих материалов: один вольфрамовый, а другой – из графита, в этом случае образование карбида вольфрама происходит при взаимодействии продуктов эрозии обоих электродов в среде плазмообразующего газа, в качестве которого был выбран аргон (Ar).

Пример 3

Другой вариант осуществления предложенного способа получения нанопорошка карбида вольфрама (WC) заключается в том, что образование кластеров карбида вольфрама происходит в атмосфере газа-реагента, который одновременно является и плазмообразующим. Конкретно в описанном случае производилось разрушение электродов, изготовленных из чистого вольфрама, в атмосфере углеродосодержащего газа, в данном случае, ацетилена.

Пример 4

Наличие в продуктах эрозии «посторонних» элементов указывает на то, что плазменный шнур во время разряда «срывается» с заземленного электрода на проводящие элементы конструкции установки.

Для локализации плазменного шнура в межэлектродном промежутке и недопущения электрического пробоя на стенки вакуумной камеры при высоковольтном разряде была создана система генерации внешнего продольного магнитного поля, выполняющего роль «защитного экра-

на». По оценкам, для локализации плазменного разряда в пределах межэлектродного промежутка, магнитная индукция поля на оси разряда должна быть не менее 0,025 Тл.

Пример 5

Для обеспечения контролируемого роста зерен нанопорошка применяется система импульсного напуска в разряд «охлаждающего» газа под высоким давлением. В качестве охлаждающего газа, как правило, рекомендуется использовать инертные газы, хотя для обеспечения протекания необходимых химических реакций в процессе производства ультрадисперсных порошков с заданными физико-химическим свойствами охлаждающий газ может иметь особый элементный состав.

В проведенной работе по проекту РФФИ 08-08-00761 применялись гелий (He) и аргон (Ar). Давление на входе импульсного газового клапана поддерживалось в диапазоне 5–100 атм, длительность импульса напуска газа изменялась от 0,2 до 2 мс.

Формула изобретения

1. Способ получения нанопорошков из различных электропроводящих материалов, включающий изготовление из выбранного материала электропроводящих электродов, формирование и подачу на электроды высоковольтного импульсного напряжения для генерации сильноточного разряда, нагрев и испарение электродов, последующее охлаждение и конденсацию образовавшихся паров до образования наночастиц, отличающийся тем, что электроды размещают в вакуумированной среде плазмообразующего газа, подачу на электроды высоковольтного импульсного напряжения осуществляют до образования и поддержания в межэлектродном пространстве плазмы, в процессе высоковольтного сильноточного импульсного разряда формируют продольное магнитное поле напряженностью от 0,02 до 0,1 Тл, при этом в межэлектродный зазор осуществляют напуск инертного газа под давлением от 5 до 100 атм при длительности импульса 0,2–2 мс.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что электроды выполняют из материалов, определяющих предварительно заданный конечный состав нанопорошка.

3. Способ по п. 2, отличающийся тем, что в вакуумированной среде формируют и поддерживают вакуум от 0,1 до 10 мм рт. ст. и скорости охлаждения образовавшихся паров от 100 до 200°/сек.

4. Способ по п. 1, отличающийся тем, что в состав плазмообразующего газа вводят химические элементы, необходимые для образования предварительно заданного состава нанопорошка.

5. Способ по п. 4, отличающийся тем, что в состав плазмообразующего газа вводят углерод для образования карбидов или азот для получения нитридов в составе нанопорошка.

6. Способ по п. 1, отличающийся тем, что начальное электрическое напряжение на электродах устанавливают в диапазоне от 10 до 100 кВ, длительность импульсов тока выбирают в пределах от 20 до 100 мкс, а силу импульсов тока выбирают в пределах от 20 до 1000 кА.

Авторы: Баркалов Евгений Евгеньевич, Койдан Василий Семенович, Казеев Михаил Николаевич.

Патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт».

Более подробную информацию можно найти на сайте http://www.findpatent.ru

Свои мнения по содержанию данной рубрики редакция просит присылать с пометкой «Рубрика ПАТЕНТЫ НА ИЗОБРЕТЕНИЯ» по e-mail: info@nanobuild.ru

---

Библиографический список:

Церулев М.В., Тянгинский А.Ю., Слепцов В.В. Высоковольтный импульсный электродуговой метод получения наночастиц металлов в жидких средах. http://www.5laboratory.com/material/articles/1/

References:

Tserulev M.V., Tyanginsky A.Y., Sleptsov V.V. High-voltage impulsive electric-arc method for production of metal nanoparticles in liquids. http://www.5laboratory.com/material/articles/1/

О НАРАЩИВАНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО КАПИТАЛА И ЕГО ЗАЩИТЕ ПУТЕМ ПАТЕНТОВАНИЯ

За последние годы в мировой экономике произошли коренные изменения. Сегодня успешная стабильно развивающаяся экономика – это экономика знаний, базирующаяся на интеллектуальной собственности. Фирмы, работающие в этой области, стабильно получают наибольшую прибыль и мало подвержены кризисным влияниям.

По имеющейся информации, стоимость интеллектуальной собственности таких фирм сегодня доходит до 80% от их общей стоимости, а иногда и превышает её. Заинтересованные структуры постоянно увеличивают объём капиталовложений в их развитие и наращивание интеллектуальной собственности. Примером тому служат нанотехнологии.

В связи с этими тенденциями всё большее значение и ценность приобретает интеллектуальная собственность и актуальными становятся проблемы её наращивания и защиты путём патентования.

ООО «Центр Новых Технологий «НаноСтроительство» работает в аспекте современных тенденций развития мировой экономики и предлагает Вам квалифицированную всестороннюю помощь в решении следующих проблем.

Постановка и проведение перспективных исследований:

- ✓ выбор направлений и разработка методик проведения работ;
- ✓ обработка и публикация (с целью рекламы) результатов исследований, не вскрывающая ноу-хау;
- ✓ патентование изобретений;
- ✓ специальная разработка изобретений (в случае необходимости).

Подготовка заявок и патентование разработок:

- ✓ выявление в разработках патентоспособных элементов и, в случае их отсутствия, дополнение таковыми;
- ✓ ориентация работ на создание патентоспособной продукции;
- ✓ подготовка заявочных материалов для подачи в патентное ведомство;
- ✓ мониторинг и ведение переписки;
- ✓ защита заявляемых положений;
- ✓ составление формулы изобретения;
- ✓ работы, связанные с процессом подачи заявки и получения патента на изобретение.

Техническое сопровождение процесса оценки стоимости Вашей интеллектуальной собственности.
Широкий спектр работ по согласованию в части создания и защиты Вашей интеллектуальной собственности.

Контактная информация для переписки: e-mail: info@nanobuild.ru

на правах рекламы

Перечень требований к оформлению материалов и условия представления статей для публикации

The list of requirements to the material presentation and article publication conditions

Общие требования

1. Авторы представляют в редакцию:

- рукописи в электронном виде (по электронной почте info@nanobuild.ru) в соответствии с правилами оформления материалов, приведенными в **Приложении 1** (текстовой и графический материал);
- сопроводительное письмо (редакция высылает авторам образец по их предварительному запросу);
- рецензию специалиста. Примерная структура рецензии приведена в **Приложении 4**. Рецензии принимаются за подписью специалиста с научной степенью доктора наук в той области, которой посвящена тематика статьи. Рецензию, заверенную гербовой печатью организации, в которой работает рецензент, необходимо отсканировать, сохранить ее как графический файл (предпочтительно в формате .jpg) и прислать в редакцию в электронном виде вместе со статьей. Редакция предоставляет рецензии по запросам авторам рукописей и экспертным советам в ВАК.

2. Представляемые статьи должны соответствовать структуре, приведенной в **Приложении 2**.

3. Библиографический список приводится после текста статьи в формате, установленном журналом, из числа предусмотренных действующим ГОСТом. Примеры оформления библиографических ссылок даны в **Приложении 3**.

4. Для размещения статьи в журнале необходимо распечатать размещенную на сайте (полученную по запросу из редакции) квитанцию и

оплатить ее в Сбербанке. Отсканировав оплаченную квитанцию с отметкой банка об оплате, нужно сохранить ее как графический файл (предпочтительно в формате .jpg) и прислать в редакцию в электронном виде вместе со статьей.

5. Плата с аспирантов за публикацию статей не взимается.

6. После рассмотрения материалов редакция уведомляет авторов о своем решении электронным письмом. В случае отказа в публикации статьи редакция направляет автору мотивированный отказ.

7. Авторы опубликованных материалов несут ответственность за достоверность приведенных сведений и использование данных, не подлежащих открытой публикации. Редакция оставляет за собой право внесения редакторской правки. Мнение редакции может не совпадать с мнениями авторов, материалы публикуются с целью обсуждения актуальных вопросов.

8. Редакция не несёт ответственности за содержание рекламы и объявлений.

9. Авторские права принадлежат ООО «ЦНТ «НаноСтроительство», любая перепечатка материалов полностью или частично возможна только с письменного разрешения редакции.

Уважаемые авторы, в целях экономии времени следуйте правилам оформления статей в журнале.

Приложение 1

Правила оформления материалов

Статьи представляются по электронной почте (e-mail: info@nanobuild.ru) и оформляются следующим образом.

1. Текст статьи.

- Объем статьи – не менее 3 и не более 10 страниц формата А4.
- Поля: слева и справа – по 2 см, снизу и сверху – по 2,5 см.
- Основной текст статьи набирается в редакторе Word.
- Шрифт основного текста – Times New Roman.
- Текст набирается 14 кг, междустрочный интервал – множитель 1,15.
- Для однородности стиля не используйте шрифтовые выделения (курсив, подчеркивания и др.).
- Отступ первой строки абзаца – 1 см.
- Сложные формулы выполняются при помощи встроенного в WinWord редактора формул MS Equation 3.0.
- Формулы располагаются по центру колонки без отступа, их порядковый номер указывается в круглых скобках и размещается в колонке (странице) с выключкой вправо. Единственная в статье формула не нумеруется. Сверху и снизу формулы не отделяются от текста дополнительным интервалом.
- Для ссылок на формулы в тексте используются круглые скобки – (1), на литературные источники – квадратные скобки [1].
- Библиографический список приводится 12 кг.

2. Графическое оформление статьи.

- Иллюстрации выполняются в векторном формате в графическом редакторе Corel Draw 11.0 либо в любом из графических приложений MS Office 97, 98 или 2000.

- Графики, рисунки и фотографии вставляются в текст после первого упоминания о них в удобном для автора виде.
- Подрисуночные подписи (12 кг, обычный) даются под иллюстрациями по центру после сокращенного слова *Рис.* с порядковым номером (12 кг, полужирный). Единственный рисунок в тексте не нумеруется.
- Между подписью к рисунку и последующим текстом – один междустрочный интервал.
- Все рисунки и фотографии должны быть контрастными и иметь разрешение не менее 300 dpi. Иллюстративный материал желательно представлять в цветном изображении.
- Графики нельзя выполнять тонкими линиями (толщина линий – не менее 0,2 мм).
- Ксерокопированные, а также плохо отсканированные рисунки из книг и журналов не принимаются.
- Слово *Таблица* с порядковым номером располагается с выключкой вправо. На следующей строке приводится заголовок к таблице (выравнивание по центру без отступа). Между таблицей и текстом – один междустрочный интервал. Единственная таблица в статье не нумеруется.

3. Оформление модулей.

- Модули должны быть контрастными и иметь разрешение не менее 300 dpi (в формате .jpg).
- Размеры модулей, мм:

  1/1 – 170 (ширина) x 230 (высота);

  1/2 – 170 (ширина) x 115 (высота).

Приложение 2

Структура статьи

УДК

Автор(ы): обязательное указание мест работы всех авторов, их должностей, ученых степеней, ученых званий (на русском языке)

Автор(ы): обязательное указание мест работы всех авторов, их должностей, ученых степеней, ученых званий (на английском языке)

Заглавие (на русском языке)

Заглавие (на английском языке)

Аннотация (на русском языке)

Аннотация (на английском языке)

Ключевые слова (на русском языке)

Ключевые слова (на английском языке)

Текст статьи (на русском языке)

Текст статьи (на английском языке)*

Контактная информация для переписки (на русском языке)

Контактная информация для переписки (на английском языке)

Библиографический список в формате, установленном журналом, из числа предусмотренных действующим ГОСТом (на русском языке)

Библиографический список в формате, установленном журналом, из числа предусмотренных действующим ГОСТом (на английском языке)

---

* для авторов из-за рубежа

Приложение 3

Оформление библиографических ссылок

Библиографический список приводится после текста статьи. Все ссылки в списке последовательно нумеруются.

1. Описание электронных научных изданий (на примере публикаций в электронном издании «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал»):

1. *Гусев Б.В.* Проблемы создания наноматериалов и развития нанотехнологий в строительстве // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2009. №2. С. 5–10. URL: http // www.nanobuild.ru (дата обращения: 15.01.2010).

2. *Ивасышин Г.С.* Научные открытия в микро- и нанотрибологии. Феноменологические основы квантовой теории трения // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2010. № 4. С. 70–86. Гос. регистр. № 0421000108. URL: http // www.nanobuild.ru (дата обращения: 22.10.2010).

3. *Смирнов В.А., Королев Е.В., Иноземцев С.С.* Стохастическое моделирование наноразмерных систем // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2012. № 1. С. 32–43. Гос. регистр. № 0421200108. URL: http //www.nanobuild.ru (дата обращения: 22.03.2012).

Публикации в номерах:

2009 года приводятся без номера государственной регистрации в НТЦ «Информрегистр»;

2010 года – с номером государственной регистрации в НТЦ «Информрегистр» (Гос. регистр. № 0421000108);

2011 года – с номером государственной регистрации в НТЦ «Информрегистр» (Гос. регистр. № 0421100108);

2012 года – с номером государственной регистрации в НТЦ «Информрегистр» (Гос. регистр. № 0421200108).

2. Описание книги одного автора

Описание книги одного автора начинается с фамилии автора, если книга написана не более чем тремя авторами. Перед заглавием пишется только первый автор.

Борисов И.И. Воронежский государственный университет вступает в XXI век: размышления о настоящем и будущем. Воронеж: изд-во Воронежского гос. ун-та, 2001. 120 с.

Фиалков Н.Я. Физическая химия неводных растворов / Н. Я. Фиалков, А. Н. Житомирский, Ю. Н. Тарасенко. Л.: Химия, Ленингр. отд., 1973. 376 с.

3. Описание книги четырех и более авторов

Описание книги начинается с заглавия, если она написана четырьмя и более авторами. Всех авторов необходимо указывать только в сведениях об ответственности. При необходимости их количество сокращают. Также дается описание коллективных монографий, сборников статей.

Обеспечение качества результатов химического анализа / П. Буйташ, Н. Кузьмин, Л. Лейстнер и др. М.: Наука, 1993. 165 с.

Пиразолоны в аналитической химии: тез. докл. конф. Пермь, 24–27 июля 1980 г. Пермь: Изд-во ПГУ, 1980. 118 с.

4. Описание статьи из журнала

Определение водорода в магнии, цирконии и натрии на установке С2532 / Е.Д. Маликова, В.П. Велюханов, Л.С. Махинова и др. // Журн. физ. химии. 1980. Т. 54, вып. 11. С. 698–789.

Козлов Н.С. Синтез и свойства фторсодержащих ароматических азометинов / Н.С. Козлов, Л.Ф. Гладченко // Изв. АН БССР. Сер. хим. наук, 1981. №1. С. 86–89.

5. Описание статьи из продолжающегося издания

Леженин В.Н. Развитие положений римского частного права в российском гражданском законодательстве // Юрид. зап. / Воронеж. гос. ун-т, 2000. Вып. 11. С. 19–33.

Живописцев В.П. Комплексные соединения тория с диантипирилметаном / В.П. Живописцев, Л.П. Патосян // Учен. зап. / Перм. ун-т, 1970. №207. С. 14–64.

6. Описание статьи из непериодического сборника

Любомилова Г.В. Определение алюминия в тантапониобиевых минералах / Г.В. Любомилова, А.Д. Миллер // Новые методы, исслед. по анализу редкоземельн. минералов, руд и горн. пород. М., 1970. С. 90–93.

Астафьев Ю.В. Судебная власть: федеральный и региональный уровни / Ю.В. Астафьев, В.А. Панюшкин // Государственная и местная власть: правовые проблемы (Россия–Испания): сб. научн. тр. / Воронеж, 2000. С. 75–92.

7. Описание статьи из многотомного издания

Локк Дж. Опыт веротерпимости / Джон Локк: собр. соч. в 3-х т. М., 1985. Т. 3. С. 66–90.

Асмус В. Метафизика Аристотеля // Аристотель: соч. в 4-х т. М., 1975. Т. 1. С. 5–50.

8. Описание диссертаций

Ганюхина Т.Г. Модификация свойств ПВХ в процессе синтеза: дис. … канд. хим. наук: 02.00.06. Н. Новгород, 1999. 109 с.

9. Описание авторефератов диссертаций

Жуков Е.Н. Политический центризм в России: автореф. дис. … канд. филос. наук. М., 2000. 24 с.

10. Описание депонированных научных работ

Крылов А.В. Гетерофазная кристаллизация бромида серебра / А.В. Крылов, В.В. Бабкин; редколл. Журн. прикладной химии. Л., 1982. 11 с. Деп. в ВИНИТИ 24.03.82; №1286. 82.

Кузнецов Ю.С. Изменение скорости звука в холодильных расплавах / Ю.С. Кузнецов; Моск. хим.-технол. ин-т. М., 1982. 10 с. Деп. в ВИНИТИ 27.05.82; №2641.

11. Описание нормативных актов (обязательны только подчеркнутые элементы):

О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации: Федер. закон от 31 мая 2001 г. №73-ФЗ // Ведомости Федер. собр. Рос. Федерации. 2001. №17. Ст. 940. С. 11–28.

ГОСТ 10749.1-80. Спирт этиловый технический. Методы анализа. Взамен ГОСТ 10749-71; введ. 01.01.82 до 01.01.87. М.: Изд-во Стандарты, 1981. 4 с.

12. Описание отчетов о НИР

Проведение испытания теплотехнических свойств камер КХС-12-В3 и КХС-2-12-З: Отчет о НИР (промежуточ.) / Всесоюз. заоч. ин-т пищ. пром-сти (ВЗИПП); Руководитель В.М. Шавра. ОЦО 102ТЗ; №ГР80057138; Инв. №5119699. М, 1981. 90 с.

13. Описание патентных документов (обязательны только подчеркнутые элементы):

А.с. 1007970 СССР. МКИ4 В 03 С 7/12. А 22 С 17/04. Устройство для разделения многокомпонентного сырья / Б.С. Бабакин, Э.И. Каухчешиили, А.И. Ангелов (СССР). №3599260/28-13; заявл. 2.06.85; опубл. 30.10.85. Бюл. №28. 2 с.

Пат. 4194039 США, МКИЗ В 32 В 7/2. В 32 В 27/08. Multi-lauer polvolefin shrink film / W.B. Muelier; W.K. Grace & Co. №896963; заявл. 17.04.78; опубл. 18.03.80. 3 с.

Приложение 4

Структура рецензии на статью

1. Актуальность темы статьи.

2. Краткая характеристика всего текста статьи.

3. Обоснованность и достоверность положений, выводов и рекомендаций, изложенных в статье.

4. Значимость для науки и практики результатов и предложений, рекомендации по их использованию.

5. Основные замечания по статье.

6. Выводы о возможности публикации статьи в журнале.

7. Сведения о рецензенте: его место работы, занимаемая должность, научное звание, научная степень (доктор наук в той области, которая соответствует тематике статьи). Данные сведения оформляются в виде подписи рецензента, которая заверяется в отделе кадров его места работы гербовой печатью.

В целом рецензия должна отражать полноту освещения проблемы, рассматриваемой в статье.

Редакция

Главный редактор	доктор техн. наук, профессор Б.В. Гусев
Шеф-редактор	Ю.А. Евстигнеева
Консультанты:	доктор техн. наук, профессор И.Ф. Гончаревич
	канд. техн. наук В.П. Кузьмина
Журналисты:	И.А. Жихарева
	Ю.Л. Липаева
Дизайн и верстка	А.С. Резниченко
Перевод	С.Р. Муминова

«Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» зарегистрирован как самостоятельное средство массовой информации в Федеральной службе по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации (свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл № ФС77 – 35813).

«Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук (http://www.vak.ed.gov.ru).

«Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» зарегистрирован в НТЦ «ИНФОРМРЕГИСТР» Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации:

– номер государственной регистрации 0421000108 (действителен в течение 2010 г.);
– номер государственной регистрации 0421100108 (действителен в течение 2011 г.);
– номер государственной регистрации 0421200108 (действителен в течение 2012 г.).

Каждой научной публикации в электронном издании присваивается уникальный идентификационный номер, который должен быть включен в библиографическую ссылку на публикацию. Публикации в электронных научных изданиях учитываются при защите диссертаций (присвоении ученого звания) при условии указания в материалах аттестационного дела номера регистрации электронного издания в НТЦ «Информрегистр» и идентификационного номера публикации, присваиваемых НТЦ «Информрегистр». Редакция высылает авторам справку НТЦ «Информрегистр» с идентификационного номера публикации. Кроме того, зарегистрированные публикации представлены в «Информационном бюллетене электронных научных изданий», размещенном на сайте НТЦ «Информрегистр» (http://www.inforeg.ru).

«Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» включен в систему Российского индекса научного цитирования, основная информация о статьях размещается на сайте Научной электронной библиотеки (www. elibrary.ru), **внесен в международную систему данных по периодическим изданиям** (МСДПИ) международного Центра ISSN (2075-8545) в г. Париже (Франция), что позволяет значительно расширить читательскую аудиторию.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за достоверность приведенных сведений и использование данных, не подлежащих открытой публикации. Редакция оставляет за собой право внесения редакторской правки. Мнение редакции может не совпадать с мнениями авторов, материалы публикуются с целью обсуждения актуальных вопросов. Редакция не несёт ответственности за содержание рекламы и объявлений.

Авторские права принадлежат ООО «ЦНТ «НаноСтроительство», любая перепечатка материалов полностью или частично возможна только с письменного разрешения редакции.

Учредитель и издатель журнала
ООО «ЦНТ «НаноСтроительство»

Дата опубликования
20 февраля 2013 г.

Адрес редакции:
Российская Федерация, 125009, Москва, Газетный пер., д. 9, стр. 4
Internet: http//www.nanobuild.ru
E-mail: info@nanobuild.ru

МИНИМАЛЬНЫЕ СИСТЕМНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ДОСТУПА К ИЗДАНИЮ:

Windows
- Intel Pentium® III or equivalent processor.
- Microsoft® Windows® 2000 with Service Pack 4; Windows Server® 2003 (32-bit or 64-bit editions) with Service Pack 1; Windows XP® Professional, Home, Tablet PC(32-bit or 64-bit editions) with Service Pack 2 or 3(32-bit or 64-bit editions); or Windows Vista® Home Basic, Home Premium, Ultimate, Business, or Enterprise with Service Pack 1 or 2 (32-bit or 64-bit editions).
- 128MB of RAM (256MB recommended for complex forms or large documents).
- 170MB of available hard-disk space.
- Microsoft Internet Explorer 6.0 or 7.0, Firefox 1.5 or 2.0, Mozilla 1.7, AOL 9, Google Chrome 5.0, Opera 10.6.

Macintosh
- PowerPC G3, G4, G5 or Intel processor.
- Mac OS X v10.4.11–10.5.5.
- 128MB of RAM (256MB recommended for complex forms or large documents).
- 170MB of available hard-disk space (additional space required for installation).
- Safari® (Shipping with supported OS).