ISSN 2075-8545

НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

научный Интернет-журнал

2010 • Том 2 • № 2

NANOTECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION

A Scientific Internet-Journal

2010 • Vol. 2 • no. 2

NANOTEHNOLOGII V STROITEL'STVE

nauchnyj Internet-zhurnal

2010 • Tom 2 • № 2

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

В НОМЕРЕ:

IN THE ISSUE:

- О присуждении Б.В. Гусеву и Ю.М. Баженову премий Правительства Российской Федерации в области науки и техники
- On awarding prizes of the Russian Federation Government in science and technics to B.V. Gusev and Y.M. Bazhenov

- О предпосылках оптимального проектирования составов строительных смесей для получения прессованных бетонов на цементной связке, базирующихся на закономерностях формирования полидисперсных структур, включая микро- и наноуровень
- On preconditions of optimal designing of building blends compositions in order to obtain pressed concrete on the cement binding, based on polydisperse structures formation regularity including micro- and nanolevel

- О применении нанотехногенного наполнителя в мокрых фасадных системах
- About implementation of nanoanthropogenic filler in moist facade systems

- Об упрочнении и увеличении водонепроницаемости бетона покрытиями на основе наноразмерной серы
- About strengthening and increase in water resistance of concrete by means of coatings made on the basis of nanosize sulfur

- О применении нанотрубок для упрочнения бетона
- About implementation of nanotubes for concrete strengthening

2010 • Том 2 • № 2 / 2010 • Vol. 2 • no. 2

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 ГК «Роснанотех», 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 ГК «Роснанотех», доктор химических наук, профессор

КОРОЛЬ Елена Анатольевна – проректор МГСУ по научной работе, академик РИА, член-корреспондент РААСН, доктор технических наук, профессор;

ЛЕОНТЬЕВ Леопольд Игоревич – член президиума РАН, академик РАН

РОТОТАЕВ Дмитрий Александрович – генеральный директор ОАО «Московский комитет по науке и технологиям», 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, expert of SC «Rosnanotech», 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 SC «Rosnanotech», Doctor of Chemistry, Professor

KOROL Elena Anatolievna – MSUCE prorector on scientific work, Member of REA, Corresponding member of the RAACS, Doctor of Engineering, Professor

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

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

ФЕДОСОВ Сергей Викторович – ректор ИГАСУ, руководитель Ивановского отделения РИА, член-корреспондент 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

ШАХПАЗОВ Евгений Христофорович – генеральный директор ФГУП ГНЦ РФ «ЦНИИчермет» им. И.П. Бардина, академик РИА, почетный металлург РФ, лауреат премий Правительства СССР и РФ, доктор технических наук, профессор

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

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, associate member of 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

SHAKHPAZOV Evgenij Khristoforovich – Director general of FSUE «Bardin CSRIchermet», Academician of REA, Honored metallurgist of Russia, USSR and RF State prizes laureate, 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 ГК «Роснанотех», 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, expert of SC «Rosnanotech», Doctor of engineering, Professor

Члены редакционной коллегии

БАЖЕНОВ Юрий Михайлович – директор НОЦ по нанотехнологиям МГСУ, 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 Международного союза экспертов и лабораторий по испытанию строительных материалов, систем и конструкций (РИЛЕМ), профессор МГСУ

Members of the editorial board

BAZHENOV Yury Mikhailovich – Director of MSUCE's SEC on nanotechnologies, Academician of REA, Member of the 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 Semenovich – 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», full-member of REA, the RF Government prize laureate, honoured builder of Russia, member of International union of experts and laboratories on testing of constructional materials, systems and structures (RILEM), professor of MSUCE

СОДЕРЖАНИЕ

Лауреаты Премии Правительства РФ 6

Белов В.В., Смирнов М.А. Оптимизация гранулометрического состава сырьевых смесей для получения прессованных бетонов на цементной связке 7

Чердабаев А.Ш., Бисенов К.А. Влияние механической нагрузки при твердении гидросиликатов. Часть 1 19

Международный симпозиум «Наноматериалы для защиты промышленных и подземных конструкций», XI Международная конференция «Физика твердого тела» 28

Миронова А.С., Коренькова С.Ф. Нанодисперсный наполнитель для мокрых фасадных систем 32

Проекты РОСНАНО. РОСНАНО – масштабный государственный проект 43

Массалимов И.А., Мустафин А.Г., Чуйкин А.Е. и др. Упрочнение и увеличение водонепроницаемости бетона покрытиями на основе наноразмерной серы 54

Кузьмина В.П. *Исследования, разработки, патенты.* Связующие вещества для получения композиционных наномодифицированных материалов 62

О наращивании интеллектуального капитала и его защите путем патентования 69

В мире книг. Научно-техническая литература. Наноматериалы и нанотехнологии 70

Перечень требований к оформлению материалов и условия представления статей для публикации 74

Nanobuild.ru

ISSN 2075-8545

Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal

Nanotehnologii v stroitel'stve: nauchnyj Internet-zhurnal

CONTENTS

Laureates of the Russian Federation Government Prizes.....6

Belov V.V., Smirnov M.A. Raw blends grain-side composition optimization for obtaining pressed concretes on cement binding 7

Cherdabaev A.Sh., Bisenov K.A. Influence of mechanical load at hydrosilicates hardening. Part 1 19

International Symposium «Nanomaterials for Protection of Industrial and Underground Structures», 11th International Conference «Solid-State Physics» 28

Mironova A.S., Koren'kova S.F. Nanodisperse filler for moist facade systems 32

RUSNANO Projects. RUSNANO – the large-scale state project 43

Massalimov I.A., Volgushev A.N., Chuikin A.E. et al. Strengthening and increase in water resistance of the concrete by of coatings made the basis of nanosize sulfur 54

Kuzmina V.P. *Researches, developments, patents.* Binding agents for reception of the composite nanomodified materials 62

On the build-up of intellectual capital and its protection by means of patenting 69

In the world of the books. Scientific and technical literature. Nanomaterials and technologies 70

The list of requirements to the material presentation and article publication conditions 74

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РАСПОРЯЖЕНИЕ

от 17 марта 2010 г. № 333-р
МОСКВА

О присуждении премий Правительства Российской Федерации 2009 года в области науки и техники

Присудить премии Правительства Российской Федерации 2009 года в области науки и техники и присвоить звание «Лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники»:

п. 29.

Баженову Юрию Михайловичу, академику Российской академии архитектуры и строительных наук, доктору технических наук, заведующему кафедрой государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный строительный университет»

Гусеву Борису Владимировичу, члену-корреспонденту Российской академии наук, президенту Общероссийской общественной организации «Российская инженерная академия»

Председатель Правительства
Российской Федерации В.В. Путин

Редакция, редакционный совет, редакционная коллегия, читатели и авторы электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» сердечно поздравляют главного редактора издания Бориса Владимировича ГУСЕВА и члена редакционной коллегии Юрия Михайловича БАЖЕНОВА с присуждением премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники, желают им крепкого здоровья, благополучия и новых побед!

УДК 691.539.216

БЕЛОВ Владимир Владимирович, д-р техн. наук, проф., проректор Тверского государственного технического университета по научной работе, зав. кафедрой ПСК; Россия
СМИРНОВ Матвей Александрович, канд. техн. наук, доц. кафедры ПСК; Россия

BELOV Vladimir Vladimirovich, Doctor of Engineering, Professor, Vice-rector on Scientific Work of Tver State Technical University, Head of Chair of Building Products and Structures Manufacture; Russian Federation
SMIRNOV Matvey Alexandrovich, Ph.D. in Engineering, Assistant Professor of Chair of Building Products and Structures Manufacture; Russian Federation

ОПТИМИЗАЦИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА СЫРЬЕВЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЕССОВАННЫХ БЕТОНОВ НА ЦЕМЕНТНОЙ СВЯЗКЕ

RAW BLENDS GRAIN-SIZE COMPOSITION OPTIMIZATION FOR OBTAINING PRESSED CONCRETES ON CEMENT BINDING

Изложены предпосылки оптимального проектирования составов строительных смесей для получения прессованных бетонов на цементной связке, базирующиеся на закономерностях формирования полидисперсных структур, включая микро- и наноуровень. Приведен выбор методов моделирования упаковок зернистых сыпучих систем и расчета оптимальной гранулометрии сырьевых смесей с наиболее плотной упаковкой зерен, обеспечивающих оптимальные параметры уплотнения смесей. Показано влияние влажности сырьевой смеси на упаковку ее частиц и насыпную плотность, а также прочность готового материала с учетом действия капиллярного сцепления.

The article deals with preconditions of optimal designing of building blends compositions in order to obtain pressed concrete on the cement binding, based on polydisperse structures formation regularity including micro- and nanolevel. The choice of methods of modelling of granular loose systems packings and calculation of optimal grading of raw blends with the densest grains packing, providing optimal parametres for blends compaction is given.The influence of raw blend humidity on the packing of its particles and bulk density, as well as on durability of a ready material taking into account effect of capillary coupling was shown.

Ключевые слова: дисперсные системы, механохимия, нанотехнологии, прессованные бетоны на цементной связке, гиперпрессование, реактивные порошковые композиты, гранулометрический состав.

Key-words: despersed systems, mechanochemistry, nanotechnologies, pressed concretes on cement binding, hypercompressing, reactive powder concrete, grain-size composition.

Современная строительная индустрия предъявляет новые требования к строительным материалам, в том числе к стеновым и облицовочным материалам, которые сталкиваются с агрессивной внешней средой, служат и надёжной защитой здания и должны отвечать взыскательным эстетическим требованиям. Задача застройщика – использовать материалы, отвечающие требованиям передовых стандартов, и вместе с тем превосходящие аналогичные изделия по показателю «качество–стоимость». Технология изготовления традиционных стеновых изделий из бетона, получаемых вибролитьем или вибропрессованием, связана с высоким расходом дорогих химических добавок или очень большим уровнем шума и необходимостью размещения этих предприятий вдали от жилой или гражданской застройки, а также проблемными условиями труда обслуживающего персонала. Перспективным решением проблемы энерго- и ресурсосбережения и защиты здоровья человека и окружающей среды является технология получения прессованных бетонов на цементной связке. Прессование при высоких и сверхвысоких (гиперпрессование) давлениях позволяет увеличить сырцовую прочность, ускорить процесс формирования структуры цементного камня в нормальных условиях, использовать разнообразные рецептуры сырьевых смесей, включая волокнистые добавки.

Как отмечается в статье [1], новая технология изделий на цементной связке с использованием высокопроизводительных гидравлических прессов открывает абсолютно новые возможности производства разнообразных бетонных изделий даже в смешанных жилых и индустриальных районах ввиду значительно меньшего уровня шума по сравнению с традиционными методами производства. Короткое время цикла работы и длительные интервалы между профилактическим обслуживанием обеспечивают высокую производительность и, согласно информации изготовителя, процесс не создает остаточных продуктов производства или сточных вод.

Наиболее полно преимущества технологии прессованных бетонов воплощены с использованием достижений механохимии, нанотехнологий в разработке «высоких» бетонов с экстремально высокой прочнос-

тью и повышенным коэффициентом долговечности, а именно «Reactive Powder Concrete» (RPC) или реактивных порошковых композитов – специальных высокопрочных мелкозернистых (диапазон размеров зерна заполнителя 0,1–1 мм) фибронаполненных материалов с высоким содержанием в сырьевой смеси микрокремнезема и химических добавок, прежде всего, суперпластификаторов. Согласно литературным данным прочность на сжатие таких систем может достигать 200–800 МПа, а прочность на растяжение при изгибе – 100 МПа [2].

В технологии прессованных бетонов наибольшее значение приобретает подбор составов сырьевых композиций, которые должны обеспечивать не только необходимое количество цементирующего вещества, но и оптимальное распределение его в представительском объеме композита, оптимальную гранулометрию заполнителя и наполнителя, а также цементных частиц с целью достижения возможности плотной упаковки минеральных зерен, снижения упругого расширения прессовки после снятия давления и исключения перепрессовочных трещин. При этих условиях и при соответствующем уплотнении прессованные бетоны на цементной связке имеют высокую плотность упаковки и, следовательно, высокую начальную и конечную прочность.

Гранулометрический состав может быть оптимизирован двумя способами:

- получением эталонной кривой гранулометрического состава минеральной части композита;
- смешиванием реальных сырьевых компонентов в определенном соотношении.

Эталонными считаются непрерывные кривые рассева дисперсных систем, обеспечивающие наибольшую плотность упаковки.

Для построения «эталонных» кривых просеивания могут применяться известные кривые просеивания, предложенные Фуллером (1907) или Андреасеном (1930), уравнение которых имеет вид:

$$\frac{G_{пр}}{100} = \frac{X^{n}}{D_{max}^{n}},$$

где $G_{пр}$ – проход частиц, %, через сито размером X, мм; D_{max} – наибольшая крупность зерна в смеси, мм; n – коэффициент распределения, равный по Фуллеру 0,5; по Андреасену (для пространственного распределения) – 0,37;

или кривые просеивания, предложенные Функом и Дингером (1994), уравнение которых имеет вид:

$$\frac{G_{\text{пр}}}{100} = \frac{X^{\text{n}} - D^{\text{n}}_{\max}}{D^{\text{n}}_{\max} - D^{\text{n}}_{\min}},$$

где $D_{\min}$ – наименьшая крупность зерна в смеси, мм; остальные обозначения те же, что и в первой формуле.

Этот способ предполагает определение и тщательную классификацию исходных сырьевых компонентов, а также проведение соответствующих испытаний. Смешивание различных компонентов известного фракционного состава в оптимальном соотношении с целью приближения гранулометрического состава смеси к эталонной кривой или из условия наибольшей плотности упаковки проще и чаще применяется на практике, хотя и не дает гарантии достижения наилучшего результата.

В данной работе использовались и совершенствовались оба этих метода с целью улучшения технологии и свойств прессованных бетонов. В экспериментах по проверке моделей упаковки зернистых сыпучих систем с непрерывной гранулометрией находили зависимости насыпной плотности при свободной засыпке для смесей кварцевого песка трех рабочих (укрупненных) фракций. Для этого производили рассев промытого речного песка с выделением фракции 0,8–1,0 мм, а также рассев вольского песка естественной крупности и молотого на ситах 0,63; 0,4; 0,315; 0,25; 0,2; 0,16; 0,14; 0,1 мм до получения соответствующих узких фракций. Из этих фракций составлялись смеси по правилам Фуллера и Функа при двух значениях коэффициента распределения n, которые и сравнивались со смесью, полученной экспериментально из условия наиболее плотной упаковки зерен (наибольшей насыпной плотности). Для получения последней смеси приготавливались три рабочие (укрупненные) фракции: 1–0,63 мм (фракция №1); 0,63–0,315 мм (фракция №2); 0,315–0,1 мм (фракция №3), каждая из которых была составлена из указанных выше узких фракций по закону Функа при коэффициенте распределения $n = 0{,}5$. Был поставлен планированный эксперимент типа $B–D_{12}$ с варьированием количества рабочих фракций песка в сухом состоянии: фракция №1 – 25–45%; фракция №2 – 30–50 %; фракция №3 – 25–45%. Выходным параметром являлась насыпная плотность при свободной засыпке. Благодаря «оптимизированной» по результатам планированного эксперимента кривой рассева удалось еще больше увеличить плотность

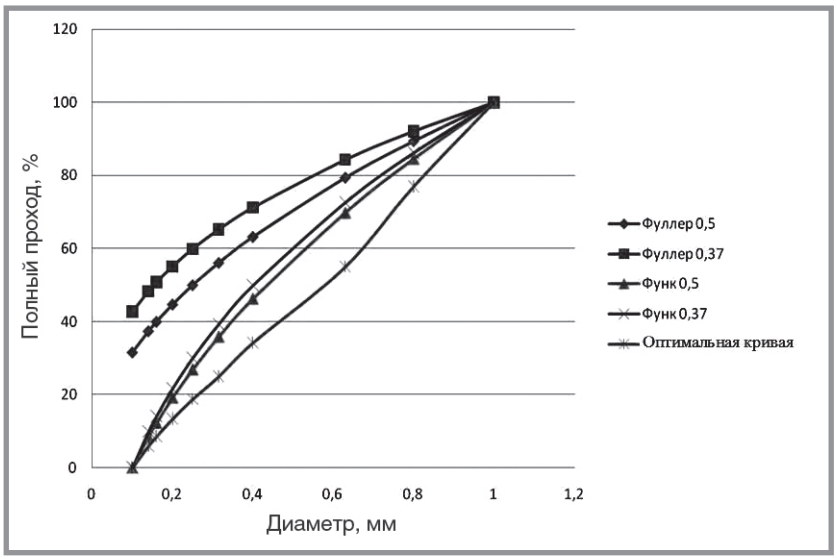


Рис. 1. **Сравнение результатов эксперимента и расчетов оптимального состава дисперсной системы по известным моделям упаковки**

упаковки зерен по сравнению с известными «идеальными» кривыми просеивания. Сравнение оптимальных результатов эксперимента с составами дисперсной системы по известным моделям упаковки показано на рис. 1. Наибольшее приближение к оптимальному зерновому составу из критерия максимальной насыпной плотности по результатам планированного эксперимента получено по расчетам на основе формулы Функа с коэффициентом распределения 0,5.

Кроме того, оптимизация упаковки частиц заполнителя производилась с использованием компьютерного метода моделирования и разработанной программы, дающей количественную оценку полученной упаковки [3]. В данной программе использован алгоритм перекатывающихся частиц, который относится к типу «drop and roll» [4]. С помощью разработанной программы, задавая начальные параметры, можно получить количественную оценку упакованного массива сферических частиц. Таким образом, программа позволяет исследовать процесс упаковки двухфракционной системы частиц с возможностью задания их размеров, количества в пределах своей фракции, а также параметров уплотнения, что позволяет добиться более плотных структур. После установки начальных параметров, в режиме построения трехмерной модели можно регулировать процесс заполнения бункера частицами, задавая очередность засыпки фракций, а также включая и отключая уплотнение (рис. 2).

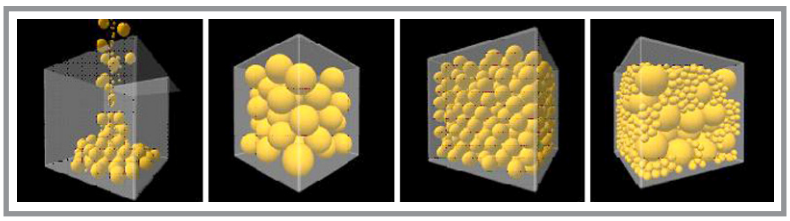


Рис. 2. **Различные типы упаковок, полученные в результате варьирования параметров построения модели**

Результатом работы программы является построенная трехмерная модель упаковки частиц, рассчитанный объем засыпанных частиц, а также объем пор. Использование единственным образом алгоритма, описанного выше, оказывается недостаточно для реконструкции пространственных свойств материалов, поскольку истинная форма частиц и пор отличается от идеальной (сферической). Однако данная идеализированная модель в первом приближении дает количественную оценку полученной упаковки. Возможность регулирования параметров модели способствует получению различных типов упаковок, что в свою очередь демонстрирует влияние подбора состава на структуру композита.

Одного изменения гранулометрического состава недостаточно для оптимизации сырьевой смеси. Не меньшее значение, чем количество цементирующего вещества, имеет характер его распределения в представительском объеме, которое непосредственно связано со структурой и качеством приграничных слоев и во многом определяется капиллярным структурообразованием в сырьевых смесях [5]. С этой точки зрения представляют интерес зависимости насыпной плотности в пересчете на сухое вещество (плотности упаковки зерен) от влажности дисперсной системы при изменении степени ее полидисперсности, что показано на рис.3 в виде соответствующих зависимостей для указанных выше рабочих (укрупненных) фракций песка в отдельности и смеси этих фракций в оптимальном соотношении. Диапазон значений влажности, при котором наблюдается капиллярное структурообразование, для полидисперсной системы с оптимальной гранулометрией заметно сужается по сравнению с отдельными фракциями. Это, с одной стороны, свидетельствует о большей потенциальной способности к уплотнению и более выгодной структуре агрегатов из мелких и крупных частиц, которые мы ранее назвали «глобулами» [6], а с другой стороны, о необходимости более точного определения оптимальной влажности, соответствующей

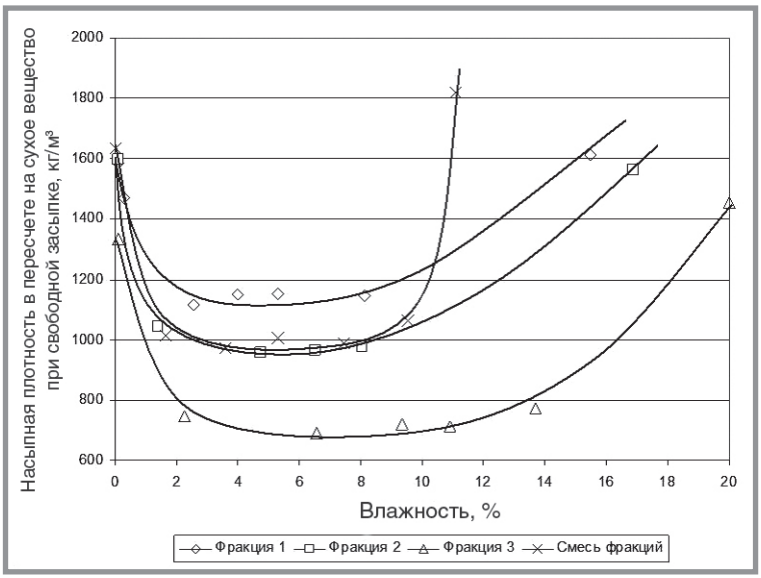


Рис. 3. **Зависимости насыпной плотности в пересчете на сухое вещество от влажности для отдельных фракций песка и их смеси**

наибольшей концентрации вяжущего в зонах контакта заполнителя и, как следствие, повышенной прочности контактных зон и прессованного композита в целом [7].

Как отмечалось ранее, оптимизация гранулометрического состава смеси из условия наибольшей плотности упаковки может быть достигнута путем смешивания реальных сырьевых компонентов со своим зерновым составом в оптимальном соотношении. Этот способ проверялся в технологии мелкоштучных бетонных изделий (кирпича) полусухого прессования на основе отсевов дробления известняка и цементной связки. С целью определения соотношений портландцемента, песка и известняковой крошки, обеспечивающих наиболее плотную упаковку частиц смеси, был поставлен нелинейный планированный эксперимент с одновременным варьированием содержания этих компонентов в пределах: соотношения крошки и портландцемента К/Ц – 3,5–9,0; кварцевого песка и портландцемента П/Ц – 0–1,5. Полученные по математическим моделям зависимости насыпной плотности сухих смесей от их состава в виде линий равного уровня на соответствующей диаграмме показаны на рис. 4. Полученная диаграмма позволяет наметить составы смесей с оптимальной гранулометрией: состав №1 – 20% цемента, 80% известняковой крошки; состав №2 – 10% цемента, 10% песка и 80% известняковой крошки; состав №3 – 10% цемента, 6% песка и 84% из-

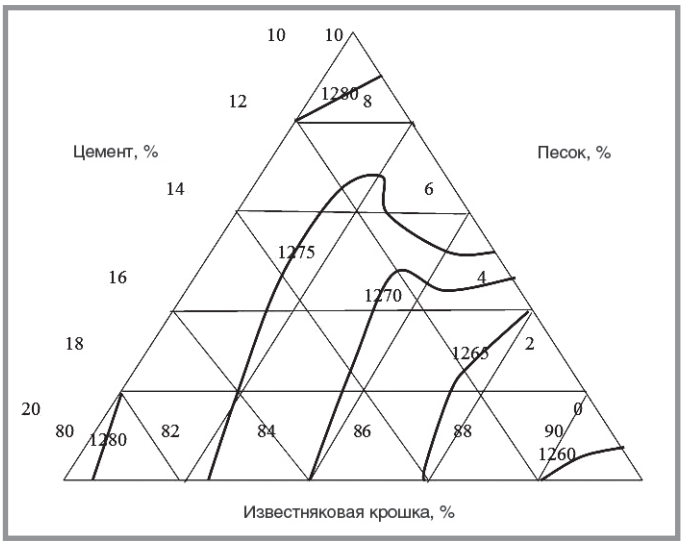


Рис. 4. **Диаграмма линий равного уровня насыпной плотности смеси сухих сырьевых компонентов в зависимости от их соотношения**

вестняковой крошки. Применение этих составов позволило улучшить формовочные свойства и повысить давление прессования без появления перепрессовочных трещин до значения 40 МПа, которое и использовалось в последующих экспериментах.

Из увлажненных сырьевых смесей оптимальной гранулометрии в стальной форме прессовали образцы на лабораторном гидравлическом прессе в виде балочек размерами в плане 4x16 см и высотой около 4 см как при постоянном давлении прессования (30 и 40 МПа), так и переменном давлении, необходимом для уплотнения смеси до заданного объема (высоты формы) и получения образцов с одинаковой плотностью в пересчете на сухое вещество. Прессование образцов осуществляли при двукратном приложении нагрузки: 1 ступень – около 25%, 2 ступень – около 100% максимального давления прессования. Твердение образцов до их испытаний происходило в нормальных условиях при температуре (20+2) °С с относительной влажностью среды твердения не менее 95% (под полиэтиленовой пленкой) в течение 7 суток. Пределы прочности на сжатие затвердевших образцов состава №2, показавшего наилучшие результаты, как в возрасте 3 суток, так и в возрасте 7 суток достигают максимума при оптимальной влажности сырьевой смеси, определенной по минимуму насыпной плотности сырьевой смеси в пересчете на сухое вещество (рис.5).

Наряду с содержанием заполнителей немаловажную роль в оптимизации бетонных смесей играют тонкодисперсные компоненты, в особен-

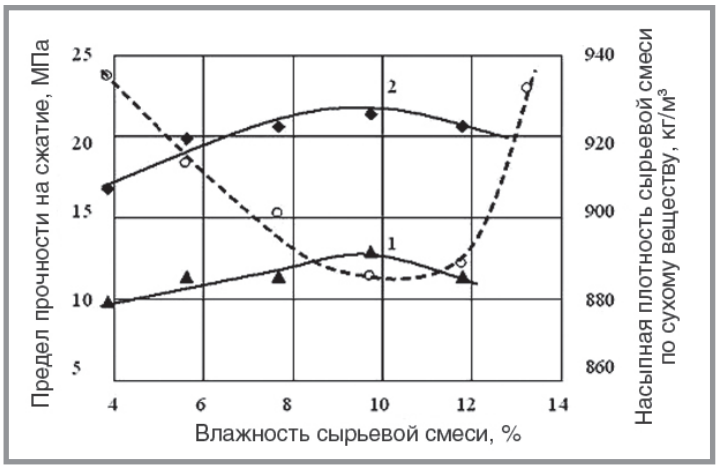


Рис. 5. **Зависимости насыпной плотности сырьевой смеси по сухому веществу (пунктир) и предела прочности на сжатие образцов прессованного бетона состава №2 при одинаковой плотности образцов 2,3 г/см³ по сухому веществу (сплошные линии) от влажности смеси:**
1 – возраст образцов 3 суток, 2 – то же, 7 суток

ности в тех случаях, когда они с гранулометрической точки зрения способны повысить плотность упаковки. Особенно высоким потенциалом в области усовершенствования составов прессованных бетонов обладает комбинированное применение вяжущего и мелкодисперсного наполнителя. Добавки-наполнители тонкой (например, зола-унос, кварцевая мука, известняковая мука, базальтовая мука) и сверхтонкой дисперсности (например, микрокремнезем) позволяют значительно улучшить плотность упаковки и прочность бетонов, а также сократить пористость [8]. В составах сырьевых композиций для изготовления бетонного кирпича полусухого прессования с целью улучшения его свойств использовалась добавка микрокремнезема конденсированного МКУ-85 по ТУ 5743-048-02495332-96 производства ОАО «Кузнецкие ферросплавы». Планированные эксперименты с привлечением методов компьютерного моделирования позволили определить оптимальную добавку микрокремнезема, обеспечивающую наилучший комплекс физико-механических свойств материала.

Прессование сырьевой смеси оптимального гранулометрического состава способствует перестройке макроструктуры исходного сырья, прежде всего снижая количество макропор и вместе с тем сохраняя определенное количество мелких замкнутых пор. За счет использования при этом необходимого количества цементного вяжущего образуется

Основные показатели качества прессованного бетонного кирпича в сравнении со свойствами ближайших аналогов

Наименование показателя	Значение		
	бетонный кирпич	лицевой силикатный кирпич	лицевой керамический кирпич
Марка по прочности на сжатие, МПа (кг/см^2)	25 (250)	7,5–30 (75–300)	7,5–30 (75–300)
Средняя плотность, кг/м^3	2300	1700–1900	1700–1800
Водопоглощение, %	4,9	более 6	более 6
Морозостойкость, циклов	150	25–50	25–50
Теплопроводность, Вт/(м°С)	0,7	0,75	0,7

структура композита, характеризующаяся оптимальным содержанием замкнутых пор, получающихся в результате заключения метаморфизированных зерен известняка в своеобразную «цементную обойму». Поэтому прессованный бетонный кирпич по составу основного сырья, методу изготовления, механическим свойствам и внешнему виду аналогичен исходной горной породе – известняку. Благодаря сохранению определенного количества замкнутых пор, кирпич выгодно отличается от природного камня и искусственных ближайших аналогов – лицевых силикатного и керамического кирпича значительно большей морозостойкостью и меньшей теплопроводностью (таблица), являясь, при этом, значительно менее энергоемким материалом.

Полученные данные были использованы для развертывания производства этого вида изделий на производственной базе ООО «Старицкий кирпич» в г. Старица, Тверской обл., а также для разработки технических условий и технологического регламента на производство этого нового вида изделий.

Многовариантность форм, размеров, цветовой гаммы изделий, их долговечность позволяют использовать продукцию, выпускаемую по новой технологии, при строительстве индивидуальных домов, многоэтажного монолитного строительства, реконструкции старых зданий, облицовки наружных, внутренних стен во всех климатических зонах, для облицовки фасадов зданий, отделки интерьеров, устройства малых архитектурных форм и благоустройства территории.

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

Белов В.В., Смирнов М.А. Оптимизация гранулометрического состава сырьевых смесей для получения прессованных бетонов на цементной связке // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2010, Том 2, № 2. С. 7–17. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_2_2010.pdf (дата обращения: __ _____ _____).

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

Belov V.V., Smirnov M.A. Raw blends grain-side composition optimization for obtaining pressed concretes on cement binding. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2010, Vol. 2, no. 2, pp. 7–17. Available at: http://www.nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_2_2010.pdf (Accessed __ _____ _____). (In Russian).

Библиографический список:

1. Новая технология сухой формовки изделий с цементной связкой меняет концепцию заводского производства // CPI – Международное бетонное производство. 2004. №4. С. 46.
2. *Баженов Ю.М.* Модифицированные высококачественные бетоны: Научное издание / Ю.М. Баженов, В.С. Демьянова, В.И. Калашников. М.: АСВ, 2006. 368 с.
3. Пат. 201610796 Российская Федерация. Программа для моделирования хаотичной упаковки 2-фракционной смеси гранул / Белов В.В, Образцов И.В., Реунов А.Г.; заявитель и патентообладатель Тверской гос. тех. университет – №2009616803, зарегистрировано 25.01.10.
4. Исследование структуры пор в компьютерных моделях плотных и рыхлых упаковок сферических частиц/ В.П. Волошин, Н.Н. Медведев, В.Б. Фенелонов, В.Н. Парман // Журнал структурной химии. 1999. Т. 40. №4. С. 46–60.
5. *Белов В.В.* Капиллярное структурообразование в дисперсных системах, применяемых для производства строительных материалов / В.В. Белов // Известия вузов. Строительство. 2002. №9. С. 46–51.
6. *Берней И.И.* Силы капиллярного сцепления и их влияние на технологию и свойства строительных материалов / И.И. Берней, В.В. Белов // Производство и применение асбестоцемента: Межвуз. научн. сб. – Калинин: КПИ, 1979. С. 3–44.
7. *Миронов В.А.* Оптимизирование композиций для изготовления строительных смесей: Научное издание / В.А. Миронов, В.В. Белов, А.И. Голубев, М.А. Смирнов. СПб: РИА «Квинтет», 2008. 416 с.
8. *Bornemann R., Schmidt M.* Grundlagen und Strategien zur Verbesserung erdfeuchter Betone, Teil I. Betonwerk + Fertigteil-Technik, Heft 8, 2005, pp. 44–51.

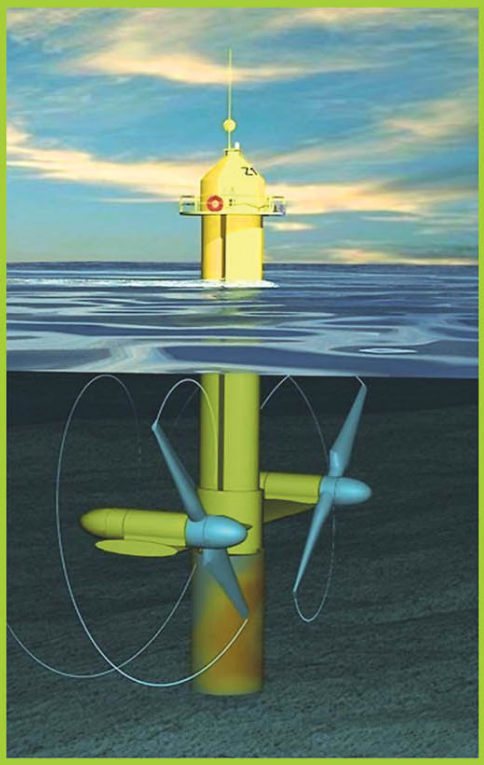
Контактная информация для переписки:
e-mail: vladim-bel@yandex.ru

МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

Ноябрь
2010 года

Москва, ВВЦ

Энергетика будущего.
Малая и нетрадиционная энергетика.
Энергоэффективность.



на правах рекламы

www.energetika-expo.ru

ООО «Эксподизайн-Холдинг»
т/ф (495) 258-87-62, тел.: (499) 181-60-83
e-mail: exponew@expo-design.ru

УДК 666.9.015

ЧЕРДАБАЕВ Амангельды Шашпанович, д-р техн. наук, проф., ТОО «НИИСТРОМПРОЕКТ», г. Алматы, Республика Казахстан;
БИСЕНОВ Кылышбай Алдабергенович, д-р техн. наук, проф., Кызылординский государственный университет, г. Кызылорда, Республика Казахстан

CHERDABAEV Amangeldy Shashpanovich, Doctor of Engineering, Prof., LLP «NIISTROMPROEKT», Almaty, Kazakhstan;
BISENOV Kylyshbai Aldabergenovich, Doctor of Engineering, Prof., Kyzylorda State University, Kyzylorda, Kazakhstan

ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ПРИ ТВЕРДЕНИИ ГИДРОСИЛИКАТОВ

ЧАСТЬ 1

INFLUENCE OF MECHANICAL LOAD AT HYDROSILICATES HARDENING

PART 1

Приведены результаты исследований влияния механической нагрузки при твердении гидросиликатов. В частности, исследована твердеющая закладочная смесь на основе фосфорношлакового вяжущего, активированная в вихревой камере скоростного перемешивания, с добавкой 25% цемента и предварительным аппретированием заполнителя 5-процентным раствором перманганата калия.

The article presents the results of researches aimed to determine the influence of mechanical load at hydrosilicates hardening. In particular hardening embeded mixture made on the basis of phosphocindery astringent and activated in swirl high-speed kneading chamber, with the 25% cement additive and preliminary filler glazing by 5% potassium permanganat solution has been studied.

Ключевые слова: нанобъекты, гидросиликаты, наноуровень, фосфорношлаковое вяжущее, нанотрубки, вихревая камера, нанотехнологии, гелевидная масса, наноструктура.

Key-words: nanoobjects, hydrosilicates, nanolevel, phosphocindery astringent, nanotubes, swirl chamber, nanotechnologies, gel-like mass, nanostructure.

Все природные и синтетические материалы и системы построены из нанобъектов, так как именно на этом уровне «программируются» основные характеристики вещества, явлений и процессов. Нанотехнологический подход означает уже целенаправленное регулирование свойств объектов на молекулярном уровне [1, 2]. В идеальном варианте при использовании принципов самоорганизации вещества материалы должны создаваться «снизу вверх», в отличие от практикуемого до последнего времени подхода к миниатюризации «сверху вниз» (когда мелкие объекты создаются из крупных, например, путем измельчения).

Исследования на наноуровне и нанотехнологии вяжущих материалов были проведены авторами в работе [3].

Новые технологии в области производства бетонов приведены в [4], где рассмотрены некоторые достижения в области производства бетонов, в т. ч. применение нанотрубок для упрочнения бетона, высокопрочные бетоны, армированные стеклотканью, ультравысокопрочные бетоны (бетоны ультравысоких технологий) и др.

Определение наноструктурных аномалий в гидратированных цементных системах, как показано в [5], осуществляется методом насыщения гелием (МНГ). С помощью этого метода изучены особенности структуры силикатного геля в цементном камне с низким В/Ц-отношением ($< 0{,}38$) нормального твердения и цементном камне автоклавного твердения, содержащем золу-унос или серу. В последних образцах отмечено быстрое внедрение значительных количеств He, причем газ внедряется не только в межслоевые пространства CSH-фазы, но и в замкнутые (trapped). Наличие подобных внутренних структур является неожиданным и пока не имеет объяснения.

Нанодисперсная арматура в цементном пенобетоне была использована авторами работы [6], которые применили углеродные нанотрубки в качестве высокопрочной дисперсной арматуры при изготовлении безавтоклавного пенобетона.

Исследования на наноуровне и нанотехнология цементных материалов рассмотрены в работе [7]. Концепция исследований на нано-

уровне и нанотехнологии в настоящее время приняты на вооружение во всех отраслях промышленности, производящих материалы. Однако в цементном производстве они находятся на начальной стадии. Вместе с тем, бетон с его сложной на наноуровне структурой гидратных фаз, добавок и примесей является идеальным материалом для использования нанотехнологического регулирования и контроля свойств. Приводятся самые общие положения проблемы применительно к цементной технологии.

Рассматривается гидратация цемента на наноуровне и образование гидросиликатов кальция C–S–H. Анализируется роль находящихся на наноуровне минеральных примесей – тонкодисперсного кремнезема, углеродных нанотрубок, а также влияющих на процесс гидратации химических добавок.

Образцы на активированной воде изготавливали из цементно-песчаного раствора соотношением 1:3 с В/Ц = 0,6. Установлено, что у образцов, приготовленных на активированной воде, прирост прочности на сжатие составил 15%, а прирост прочности на изгиб – 12%. Также установлено, что активированная вода пластифицирует цементное тесто, отодвигает сроки схватывания, приводит к повышению пластической прочности структуры. Одним из основных требований к закладочным смесям является достижение первоначальной прочности в возрасте 14 суток твердения.

В связи с этим, при использовании для приготовления закладочных смесей фосфорношлакового вяжущего необходима активизация его добавкой цемента, обеспечивающего схватывание смеси в ранние сроки и дальнейшую активизацию процесса твердения фосфорного шлака.

Фазовый состав образцов определялся методом рентгенофазового анализа порошков на дифрактометре ДРОН-3 с использованием CuKα-излучения. Кристаллические структурные особенности и полуколичественный анализ проводились по общеизвестным методикам.

Для исследования субмикропористой структуры был использован прибор КРМ-1, микроструктурные параметры рассчитывались по методике Гинье. При изучении взаимосвязи прочности закладочной смеси с ее структурой и фазовым составом возникла необходимость изучения процессов структуро- и фазообразования во времени, то есть, сравнение морфологических и дифракционных картин по мере увеличения сроков твердения и по мере количественных и качественных изменений в фа-

зовом составе и в структуре. Прочностные характеристики стандартных образцов получены в лаборатории по соответствующей методике испытания закладочных смесей.

С целью получения сравнительных данных о процессах твердения закладочных смесей в шахтных и стандартных лабораторных условиях проводились исследования двух серий образцов, отличающихся условиями хранения.

Для исследования влияния фазового состава и субмикроструктур на прочность твердеющих закладочных смесей были приготовлены образцы на основе фосфорношлакового вяжущего с добавкой 25% цемента. Образцы хранились во влажных условиях и испытывались через 14, 28 и 90 суток по стандартным методикам.

Исследованные образцы закладочных смесей, твердеющих в лабораторных условиях (во влажных условиях над водой) на основе фосфорношлакового вяжущего с добавкой 25% цемента, отличаются технологией приготовления вяжущего и заполнителя и сроками твердения (14 и 90 суток).

Рентгенофазовый анализ образцов закладочных смесей показывает, что независимо от способа приготовления и длительности хранения фазовый состав заполнителя остается практически неизменным, за исключением некоторого изменения в кварцевой составляющей. Поэтому в дальнейшем описываются фазовые изменения новообразований гидросиликатов кальция.

В возрасте 14 суток в образце, вяжущее для которого приготовлено традиционным способом, содержится, в основном, низкоосновный гидросиликат кальция CSH(I), количество которого при скоростном перемешивании вяжущего для закладочной смеси с предварительным аппретированием заполнителя не увеличивается (рис. 1).

Способ приготовления закладочной смеси в возрасте 14 суток на кварцевую составляющую влияния также не оказывает. Электронно-микроскопический анализ образцов закладочных смесей, отличающихся способами приготовления вяжущего (традиционное и скоростное перемешивание) с предварительным аппретированием заполнителя 5-процентным раствором перманганата калия, показывает, что микроструктура затвердевших образцов имеет существенные различия (рис. 2).

На рис. 2 (1) приводится изменение микроструктуры новообразований гидросиликатов кальция. При скоростном перемешивании наблю-

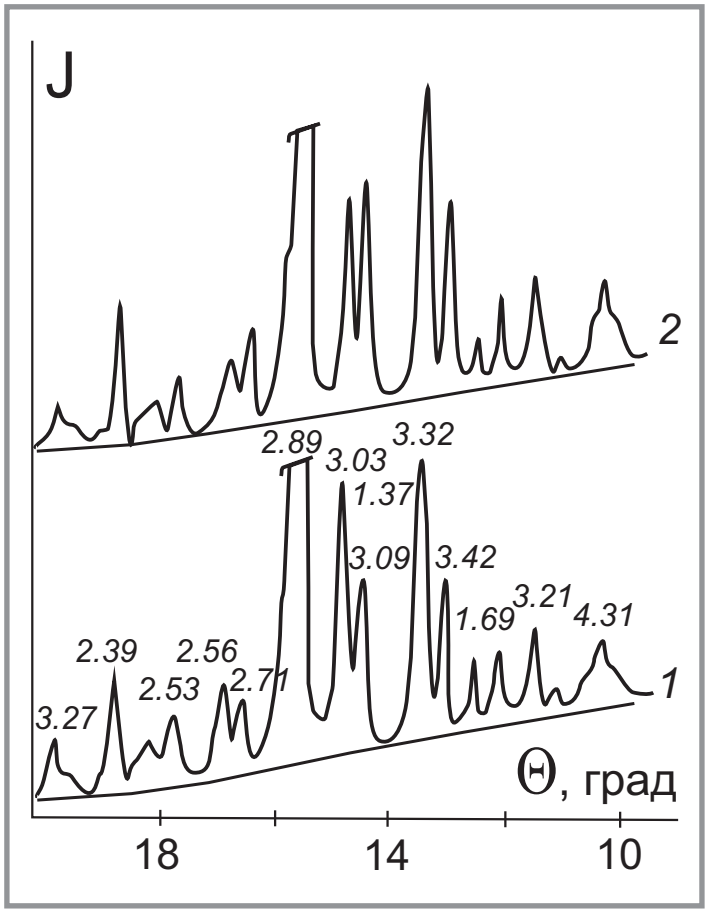


Рис. 1. **Дифрактограммы твердеющих в течение 14 суток во влажных условиях закладочных смесей на основе хвостов обогащения и фосфорношлакового вяжущего с добавкой 25% цемента:**
1 – приготовление вяжущего традиционным способом;
2 – приготовление вяжущего в вихревой камере скоростного перемешивания при предварительном аппретировании хвостов обогащения 5-процентным раствором перманганата калия (d в Å)

даются редкие игловидные кристаллики новообразований, армирующие гелевидную массу. Обращает внимание повышение однородности в распределении гидросиликатных фаз (рис. 2 (2)), что меняет морфологическую картину образца – увеличивается количество игловидных кристалликов гидросиликатов, образующих волоконноподобные участки (рис. 2 (3)). В возрасте 90 суток в образце, вяжущее для которого приготовлено традиционным способом, по данным рентгенофазового анализа содержится, в основном, низкоосновный гидросиликат кальция CSH(I) (рис. 3). Его количество при скоростном перемешивании вяжущего увеличивается на 18%, а при предварительном аппретировании заполнителя и скоростном перемешивании вяжущего количество гидросиликата кальция CSH(I) увеличивается на 20% относительно образцов смеси, приготовленной традиционным способом.

Обращает на себя внимание, что в возрасте 90 суток происходит уменьшение количества кварцевой составляющей во всех образцах закладочной смеси, независимо от способа приготовления. Электронно-

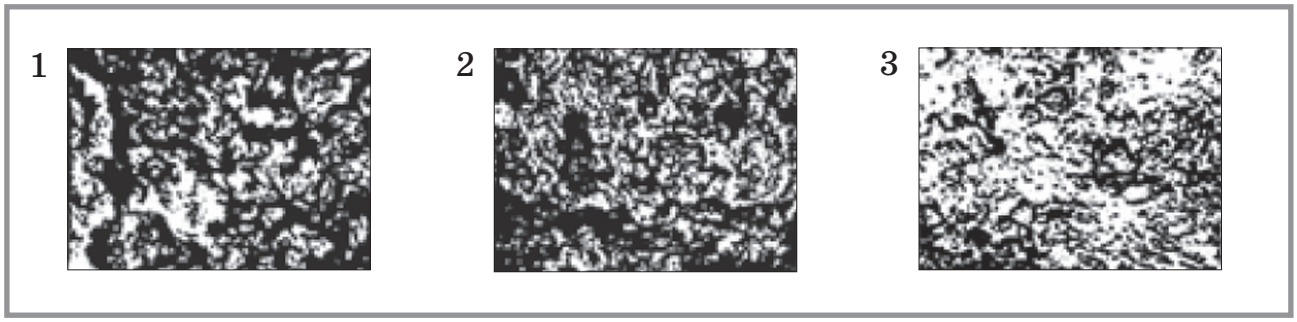


Рис. 2. **Микроструктура твердеющей закладочной смеси на основе фосфорношлакового вяжущего с добавкой 25% цемента в возрасте 14 суток:**
1 – исходная смесь;
2 – смесь, приготовленная в вихревой камере скоростного перемешивания с добавкой 25% цемента и воды;
3 – смесь, приготовленная в вихревой камере скоростного перемешивания с добавкой 25% цемента и воды при предварительном аппретировании заполнителя 5-процентным раствором перманганата калия

микроскопическое исследование закладочных смесей показало, что в возрасте 90 суток в образце, вяжущее для которого приготовлено традиционным способом, микроструктура представлена в основном мелкочешуйчатой гидросиликатной массой, в объеме которой наблюдаются редкие игловидные несовершенные кристаллы гидросиликатов. При скоростном перемешивании вяжущего происходит резкое увеличение количества гидросиликатов, совершенствуются их кристаллы, значительно увеличивается ширина контактных зон, в которых формируются призматические кристаллы гидросиликатов, причем наблюдается более равномерное распределение новообразования по объему образца. Предварительное аппретирование заполнителя перманганатом калия, кроме увеличения количества гидросиликатных новообразований, способствует усилению процесса кристаллизации новообразований преимущественно в контактной зоне.

Следует обратить внимание на вовлечение в процесс твердения кварцевой составляющей и формирование прочных сростков заполнителя и новообразований гидросиликатов. Таким образом, исследование процессов твердения закладочных смесей во влажных условиях на основе фосфорношлакового вяжущего с добавкой цемента методами рентгенофазового и электронно-микроскопического анализа показало, что на процессы формирования гидросиликатов кальция способ приготовле-

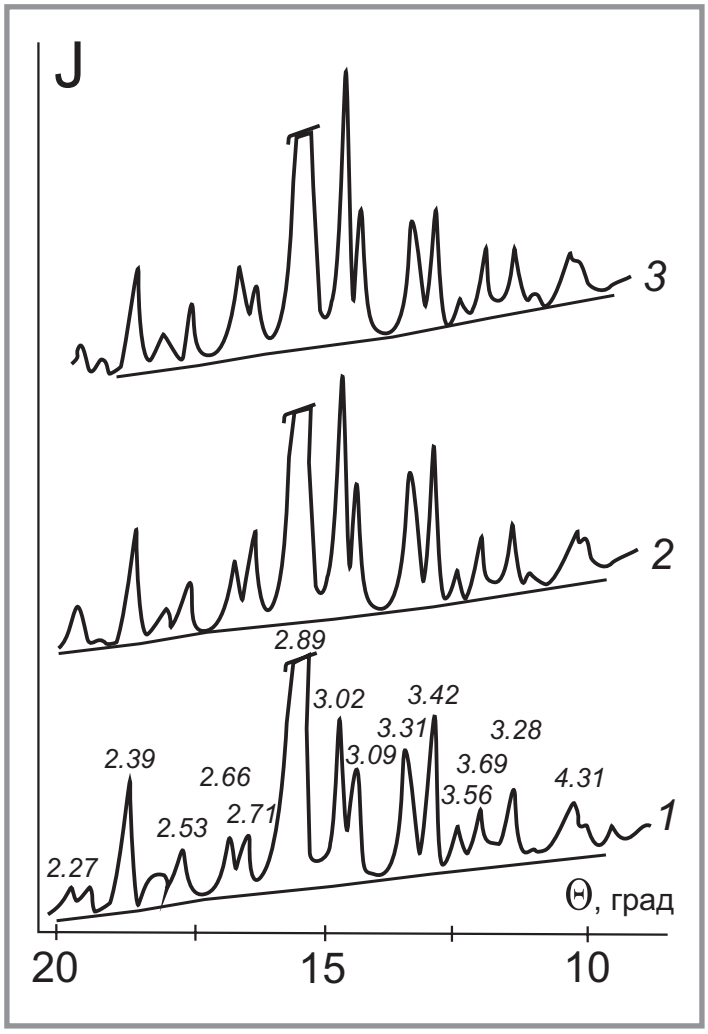


Рис. 3. **Дифрактограммы твердеющих в течение 90 суток во влажных условиях закладочных смесей на основе хвостов обогащения и фосфорношлакового вяжущего с добавкой 25% цемента:**
1 – приготовление вяжущего традиционным способом;
2 – приготовление вяжущего в вихревой камере скоростного перемешивания;
3 – приготовление вяжущего в вихревой камере скоростного перемешивания при предварительном аппретировании хвостов обогащения 5-процентным раствором перманганата калия

ния закладочной смеси оказывает существенное влияние. В образцах, приготовленных традиционным способом, через 90 суток хранения (по сравнению с образцами в 14-суточном возрасте) не наблюдается роста количества гидросиликата новообразований CSH (I), незначительно увеличивается количество гелевидных продуктов гидратации (рис. 1, 3). Применение скоростного перемешивания при приготовлении вяжущего для закладочной смеси приводит к количественному и качественному изменениям гидросиликатов кальция в зависимости от сроков твердения (14–90 суток). Количество CSH(I) в образце в 90-суточном возрасте увеличивается почти на 30% по сравнению с образцом в 14-суточном возрасте. Наблюдается развитие микроструктуры гидросиликатной массы, причем резко увеличивается количество закристаллизованной части, совершенствуется морфология гидросиликатов, увеличивается

количество короткостолбчатых призматических кристаллов, особенно в контактной зоне (рис. 2). Предварительное аппретирование заполнителя способствует, при увеличении сроков твердения от 14 до 90 суток, значительному росту количества гидросиликатов CSH(I) (почти на 35%), по сравнению с образцом, приготовленным традиционным способом (рис. 1, 3). Следует обратить внимание, что количество кварцевой составляющей заполнителя, по сравнению с образцами в 14-суточном возрасте, в возрасте 90 суток значительно уменьшается (на 25–30%), причем максимальное уменьшение наблюдается при скоростном перемешивании вяжущего с предварительным аппретированием заполнителя (рис. 1, 3).

Сравнение характера микроструктуры этих образцов, в зависимости от сроков твердения во влажных условиях, показывает (рис. 2), что с увеличением длительности хранения наблюдается существенное развитие гидросиликатной массы, усиливается процесс кристаллизации гидросиликатов кальция, увеличивается ширина контактных зон, причем формируются уплотненные микропористые участки со спутано-волокнистым характером расположения кристалликов гидросиликатов кальция.

Следует обратить внимание, что положительный эффект скоростного перемешивания проявляется на более поздних сроках твердения закладочной смеси, что позволяет сравнить влияние условий хранения твердеющей смеси и установить, что шахтные условия твердения являются наиболее благоприятными для формирования гидросиликатной составляющей. Кроме того, вовлечение кварцевой составляющей заполнителя в процесс твердения происходит на поздних сроках твердения закладочной смеси, что также указывает на влияние условий хранения твердеющей закладочной смеси.

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

Чердабаев А.Ш., Бисенов К.А. Влияние механической нагрузки при твердении гидросиликатов. Часть 1 // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2010, Том 2, № 2. С. 19–27. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_2_2010.pdf (дата обращения: __ _____ _____).

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

Cherdabaev A.Sh., Bisenov K.A. Influence of mechanical load at hydrosilicates hardening. Part 1. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2010, Vol. 2, no. 2, pp. 19–27. Available at: http://www.nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_2_2010.pdf (Accessed __ _____ _____). (In Russian).

Библиографический список:

1. *Чердабаев А.Ш.* Рентгенография молекулярных кристаллов. – Алматы «Ғылым». 2000. 183 с.
2. *Родионов Р.Б.* Инновационный потенциал нанотехнологий в производство строительных материалов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2006. №8. С. 72–75.
3. *Middendorf B., Singh N.B.* // Cement Int. 2006. 4. №4. С. 80–86.
4. *Коробов Н.В., Евстигнеев А.Ю., Старчуков Д.С.* // Бетон и железобетон. 2006. №3. С. 30.
5. *Shih Jeng-Ywan, Chang Ta-Peng, Hsiao Tien-Chin* // Mater. Sci. and Eng.A. 2006. 424. №1–2. С. 266–274.
6. *Li Geng Ying, Wang Pei Ming, Zhao Xiaohua* // Cem and Concr. Compos. 2007. 29. №5. С. 377–382.
7. *Tessier P., Alamdari H.D., Dubuc R.* et al. // J. Alloys and Compounds. 2005. 391. №1–2. С. 225–227.

Контактная информация для переписки:
e-mail: a_cherdabaev@inbox.ru

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ «НАНОМАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ПОДЗЕМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ»

XI МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА»

(г. УСТЬ-КАМЕНОГОРСК, 9–12 ИЮНЯ 2010 г.)

INTERNATIONAL SYMPOSIUM «NANOMATERIALS FOR PROTECTION OF INDUSTRIAL AND UNDERGROUND STRUCTURES»

11TH INTERNATIONAL CONFERENCE «SOLID-STATE PHYSICS»

(UST-KAMENOGORSK, JUNE 9–12, 2010)

Оргкомитет, сформированный по инициативе Восточно-Казахстанского государственного университета им. Д.М. Серикбаева, Международного Исследовательского Центра по нанотехнологиям «Polymate» (Израиль), АО «Ульбинский металлургический завод» (Казахстан) и другими организациями и ведомствами, извещает о проведении международного симпозиума «Наноматериалы для защиты промышленных и подземных конструкций» и XI Международной конференции «Физика твердого тела» (ФТТ-XI).

Настоящие мероприятия – наиболее представительный форум ученых по перспективным фундаментальным и прикладным проблемам в сфере нанотехнологий и материаловедения. ***На симпозиуме и конференции планируется обсудить следующие основные проблемы и вопросы:***

1. Промышленные инновации в материаловедении и в производстве новых материалов.

Organizing committee formed by the initiative of D.M. Serikbaev East Kazakhstan State Technical University, International Research Center on nanotechnologies «Polymate» (Israel), JSC «Ulbinskiy Metallurgical Shops» (Kazakhstan), other organizations and departments announces about conducting of International Symposium «Nanomaterials for Protection of Industrial and Underground Structures» and 11th International Conference «Solid-State Physics» (SSP-XI).

This event is one of the most representative forum of scientists on perspective fundamental and applied problems in the sphere of nanotechnologies and science of materials. ***The following main problems and issues are planned to be discussed on the Symposium and Conference:***

1. Industrial innovations in science of materials and in the production of new materials.

на правах рекламы

2. Наноматериалы и нанотехнологии.
3. Мультиматериалы и композиционные материалы.
4. Материалы, химия окружающей среды и загрязнение Земли.
5. Очистка воды, переработка промышленных и сельскохозяйственных отходов.
6. Контроль качества материалов.
7. Неорганические пористые организованные материалы.
8. Поверхностные и граничные свойства материалов, особенности их адгезии.
9. Материалы для солнечной энергетики.
10. Материалы для гражданского строительства и конструкций.
11. Геология и материаловедение.
12. Оптико-электрические и магнитные свойства материалов.
13. Механические свойства материалов, долговечность и износ.
14. Математическое моделирование и численные методы.
15. Полимерные и органические материалы.
16. Механизмы образования радиационных дефектов и релаксация электронных возбуждений в твердых телах.
17. Физико-химические процессы в неравновесных твердотельных системах.
18. Физические основы радиационных технологий.
19. Физические проблемы материаловедения.
20. Приборы и техника эксперимента в физике твердого тела.
21. Современные технологии преподавания физики в высшей школе.

Проведение симпозиума и конференции намечены на **9–12 июня 2010 г.** на базе Восточно-Казахстанского государственного технического университета

2. Nanomaterials and nanotechnologies.
3. Multimaterials and composite materials.
4. Materials, environment chemistry, and contamination of the Earth.
5. Water treatment, industry and agriculture wastes treatment.
6. Materials quality control.
7. Inorganic honeycombed organized materials.
8. Surface and boundary properties of materials, characteristics of their adhesion.
9. Materials for solar energy.
10. Materials for civil engineering and structures.
11. Geology and science of materials.
12. Optical-electrical and magnetic properties of materials.
13. Mechanical properties of materials, durability and wear.
14. Mathematical modeling and calculus of approximations.
15. Polymeric and organic materials.
16. Mechanisms of radiation defects forming and relaxing of electron excitation in solids.
17. Physical and chemical processes in non-equilibrium solid –state systems.
18. Physical theories of radiotechnologies.
19. Physical problems of science of materials.
20. Instruments and technique of experiment in solid-state physics
21. Up-to-Date technology of teaching physics in higher educational institution.

The Symposium and Conference are planned to be held in **June 9–12, 2010**, on basis of D.M. Serikbaev East Kazakhstan State Technical University, and will take place in

на правах рекламы

им. Д.М. Серикбаева. Мероприятия будут проходить в спортивно-оздоровительном лагере «Простор», расположенном в живописном месте, на берегу Бухтарминского водохранилища. Наряду с двумя пленарными заседаниями будут работать секции по отдельным аспектам проблем материаловедения, нанотехнологий и физики твердого тела, а также будут представлены **доклады в устной и стендовой формах.**

sport health-improving camp «Prostor» located in a picturesque place of the shore of Bukhtarma man-made lake. Along with two plenary sittings, sections on single aspects of problems of science of materials, nanotechnologies and solid-state physics will work there with **oral and test-bench reports presentations.**

Контактная информация:

ВКГТУ им. Д.М. Серикбаева,
070002, Казахстан,
г. Усть-Каменогорск,
ул. Д.М. Серикбаева, 19.

Тел.: (7232) 269-168;
факс: (7232) 269-168.
E-mail: ogavrilenko8@gmail.com.

Гавриленко Олег Дмитриевич
Тел.: (7232) 269-168.

Плотников Сергей Викторович
Тел.: (7232) 540-231

Contacts:

D.M. Serikbaev EKSTU,
D. M. Serikbaev
ul., 19, Ust-Kamenogorsk 070002,
Kazakhstan.

Phone: +7 (7232) 269-168.
Fax: +7 (7232) 269-168.
E-mail: ogavrilenko8@gmail.com.

Gavrilenko Oleg Dmitrievich
Phone: +7 (7232) 269-168.

Plotnikov Sergey Viktorovich
Phone: +7 (7232) 540-231

Информационную поддержку симпозиуму и конференции оказывает научный Интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве».

Information support of the Symposium and Conference is provided by scientific Internet-journal «Nanotechnologies in construction».

Nanobuild.ru
научный интернет-журнал

на правах рекламы

Акция! Один номер бесплатно

Самоорганизующиеся структуры и наносборки

Наноэлектроника

Устройства и изделия на основе наноматериалов и нанотехнологий

Исследования наноуглерода

Подписка в редакции:
Телефон/ факс:
+7 (495) 930 88 06
E-mail: podpiska@nanorf.ru
Web-site: www.nanorf.ru

Каталоги Роспечати (индекс 59880) и «Пресса России» (индекс 42368)

www.nanorf.ru

Российские нанотехнологии - ведущий* научный журнал

* по данным расчёта импакт-фактора за 2008 год (elibrary.ru, данные ИФ РИНЦ от 16.06.2009 г.)

на правах рекламы

МИРОНОВА Анна Сергеевна, ассистент кафедры «Архитектура жилых и общественных зданий» СГАСУ, соискатель кафедры «Строительные материалы» СГАСУ; Россия
КОРЕНЬКОВА Софья Федоровна, научный руководитель, д-р техн. наук, проф., СГАСУ; Россия

MIRONOVA Anna Sergeevna, assistant of Architecture of residential and public buildings Department of Samara State University of Architecture and Engineering (SSUAE), Candidate of Building materials Department of SSUAE; Russian Federation
KOREN'KOVA Sofia Fedorovna, Doctor of engineering, professor of Building materials Department of SSUAE; Russian Federation

НАНОДИСПЕРСНЫЙ НАПОЛНИТЕЛЬ ДЛЯ МОКРЫХ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ

NANODISPERSE FILLER FOR MOIST FACADE SYSTEMS

Приведены результаты применения нанотехногенного наполнителя в мокрых фасадных системах. Введение карбонатного шлама (размером частиц 20–60 нм) в количестве 5–15% от массы вяжущего в состав композиции существенно увеличивает её адгезионную активность к основанию (бетон, кирпич).

The article deals with the results of nanoanthropogenic filler application in moist facade systems. Incorporation of carbonic slime (size of particles is 20–60 nm) taken in the quantity of 5–15% of the total astringent mass into composition considerably increases its adhesive activity to the base (concrete, brick).

Ключевые слова: карбонатный шлам, фасадная система, нанодисперсный наполнитель, адсорбция, адгезия.

Key-words: carbonic slime, facade system, nanodisperse filler, adsorption, adhesion.

В настоящее время в строительстве широко используются мокрые фасадные системы, надёжность и долговечность которых часто оставляет желать лучшего. Во многом эти свойства зависят от качества строительных материалов, проектируемых составов, их совместной работы с основанием. В качестве одного из обязательных компонентов декоративно-штукатурных растворов используются дисперсные материалы – наполнители. Их назначение – уплотнить поверхностный слой раствора, обеспечить адгезию к основанию, устойчивость к внешним воздействиям и возможность создавать необходимую цветовую гамму. Сегодня необходимо сделать шаг для повышения эксплуатационных свойств фасадных систем.

Современный строительный рынок предлагает широкий спектр тонкодисперсных наполнителей на основе различных минералов: доломита, барита, волластонита, слюды, мрамора, кварца. Однако значительно реже используют наноразмерные наполнители на основе техногенного сырья.

Перспективным направлением является использование нанодисперсных отходов, которые позволяют достигнуть максимальной экономии ресурсов и энергосберегающего эффекта с улучшением, при этом, экологической обстановки. Кроме того, нанодисперсный наполнитель может обеспечить максимальную адгезионную и когезионную прочность между связующим и заполнителем [1].

Вероятно, что эффект от введения наноразмерных частиц принципиально выражается в том, что в системе появляется не только дополнительная граница раздела, но и носитель квантово-механических проявлений [2]. Присутствие в системе наноразмерных частиц способствует увеличению объёма адсорбционно- и (или) хемосорбционно-связываемой ими воды и уменьшению объёма капиллярно-связанной и свободной воды, что приводит к изменению реологических свойств цементной смеси, к повышению её вязкости и пластичности [3].

Повысить качественные показатели мокрых фасадных систем возможно путём расширения номенклатуры минеральных наполнителей за счёт применения нанотехногенного сырья – карбонатного шлама.

Шламы образуются в виде осадков, выпадающих в процессе реагентной обработки сточных вод чёрной и цветной металлургии, энергетики. Сточные воды указанных производств являются одними из наиболее распространённых как в России, так и за рубежом [4]. Особое место среди таких отходов занимают карбонатные шламы водоумягчения ТЭС размером частиц 20–60 нм. Размерность частиц промышленного отхода была исследована методом малоуглового рассеяния нейтронов (МУРН) в Петербургском институте ядерной физики им. Б.П. Константинова. Химический состав нанотехногенного наполнителя приведён в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав нанотехногенного сырья

Нано-отход	Содержание оксидов, масс %								Сумма
	ППП	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	R_2O	
Шлам	34	2	5	7	41	8	3	отс	100

В соответствии с принципами полиструктурной теории строительных композитов, карбонатный шлам можно рассматривать как нанонаполнитель со своими физическими и химическими свойствами, которые в составе многоуровневых композиционных материалов будут активно участвовать в процессах на границе раздела отдельных фаз и компонентов, образуя различные по химическому составу, типу связи и строению фазы, влияющие на структуру и свойства формируемых фасадных строительных материалов [4].

На базе кафедры строительных материалов Самарского государственного архитектурно-строительного университета был произведён ряд экспериментов по подбору штукатурных составов для мокрых фасадных систем, в которых в качестве дисперсного наполнителя было применено нанотехногенное сырьё (таблица 2) [5].

За показатель качества принята адгезионная прочность растворов к керамическому и бетонному основаниям, как наиболее распространённым стеновым материалам в практике жилищного строительства.

Рассматривая составы №№1–4 (таблица 2), установлено, что раствор на основе серого портландцемента с наполнителем в виде шлама в количестве 5% (состав №2) имеет наилучшие адгезионные показатели как на кирпичном (0,790 МПа), так и на бетонном (0,731 МПа)

Таблица 2

Составы фасадных цементных штукатурных растворов

№ состава цементных штукатурн. растворов	Наименование компонентов, % по массе					
	ПЦ серый ДО 400	ПЦ белый ДО 400	Мука мраморная	Песок мраморный	Шлам карбонатный влажный	Шлам карбонатный сухой
1	32	–	13	55	0	–
2	32	–	13	55	5	–
3	32	–	13	55	10	–
4	32	–	13	55	15	–
5	–	32	13	55	0	–
6	–	32	13	55	5	–
7	–	32	13	55	10	–
8	–	32	13	55	15	–
9	32	–	13	55	–	0
10	32	–	13	55	–	5
11	32	–	13	55	–	10
12	32	–	13	55	–	15

основаниях (график 1). Разрушение состава №2 на кирпичном основании носит адгезионный характер, на бетонном – адгезионно-когезионный (таблица 3). Условия образования шлама (выпадение из раствора в осадок) придают ему коагуляционную структуру, типичную для всех гелей. Карбонатный шлам обладает значительно большей адсорбционной способностью, чем другие материалы, используемые в работе (таблица 4). Присутствие большого количества адсорбционно-связанной воды обуславливает высокую седиментационную устойчивость шлама, а также способность уменьшать объём капиллярно-связанной свободной влаги. Адсорбционный слой воды активизирует поляризацию молекул, а в условиях такой среды и склеиваемых поверхностей фазовые превращения протекают таким образом, что возникают упорядоченные (ориентированные) структуры новообразований [6]. Выделение новообразований препятствует броуновскому разупорядочению молекул поляризованной системы. В процессе загустевания клея усиливается взаимно ориентирующее действие молекулярных цепочек и поляризация, охватывающая всю прослойку клея. Образующиеся продукты конден-

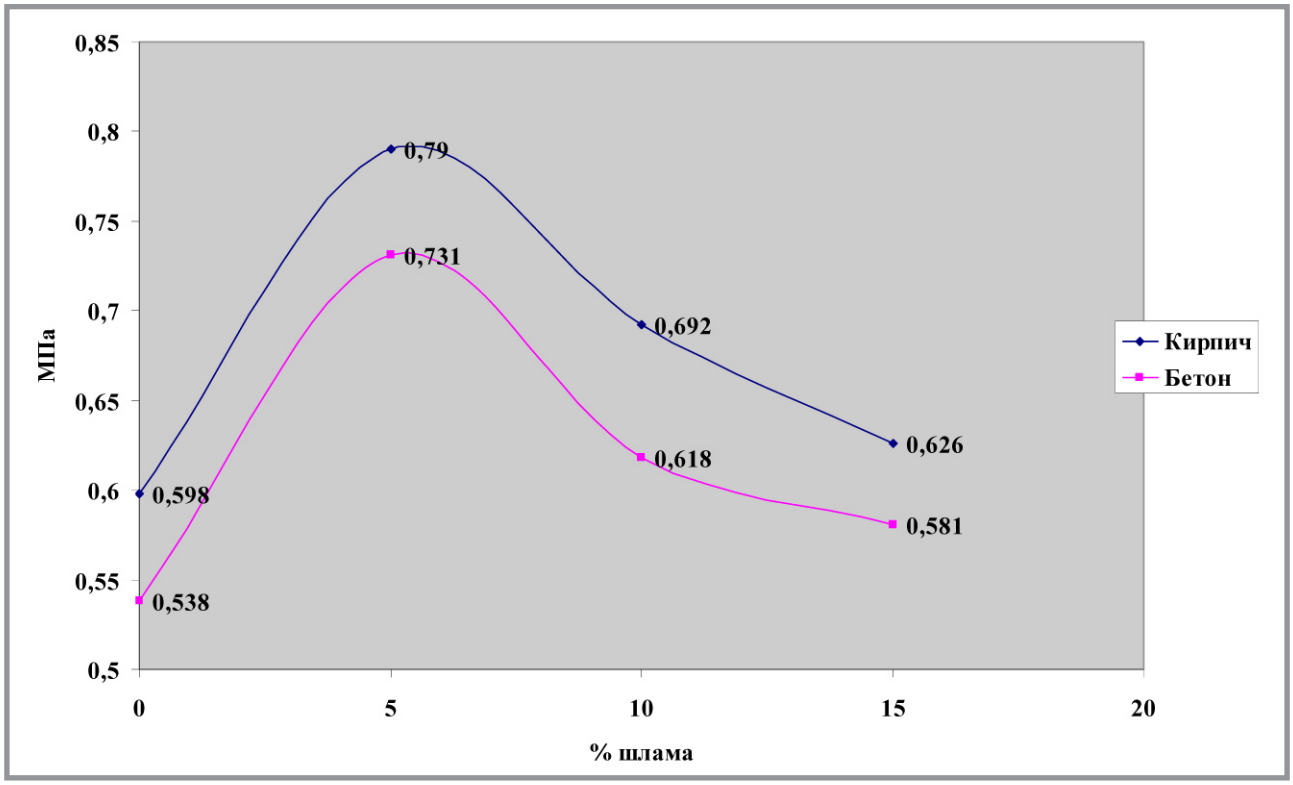


График 1. **Адгезионная прочность составов №№1–4 на основе серого ПЦ 400, муки мраморной, песка мраморного и шлама в количестве от 0 до 15%**

сации способствуют превращению жидкой прослойки в сплошную неподвижную прочную плёнку. Всё это ведёт к улучшению реологических свойств смеси – вязкости, пластичности, а также адгезионно-когезионной активности.

Для проектирования фасадных композиций с повышенными показателями белизны и возможностью свободного цветового тонирования было принято использовать белый портландцемент (составы №№5–8). Отрыв состава №6 с наполнителем в виде карбонатного шлама в количестве 5% имеет наилучшие результаты (кирпич – 0,802 МПа, бетон 0,738 МПа (график 2)), даже несколько превышающие показатели раствора №2, что обусловлено различием химико-минералогического состава вяжущего. Для всех составов прослеживается закономерность роста адгезионной прочности в зависимости от вида основания, что можно объяснить плотностью материала, на который наносится штукатурный состав: сила сцепления с кирпичом (ρ = 1800 кг/м^3) на порядок выше, чем с бетоном (ρ = 2300 кг/м^3).

Таблица 3

Фрагменты образцов с наилучшими показателями и характером прочности на отрыв

№ состава	Разрушение раствора по бетонному основанию	Разрушение раствора по кирпичному основанию
2		
6		
12		

Состав на основе белого портландцемента в сравнении с рядовым имеет более высокие адгезионно-когезионные показатели, что отражается на фрагментах разрушения (таблица 3).

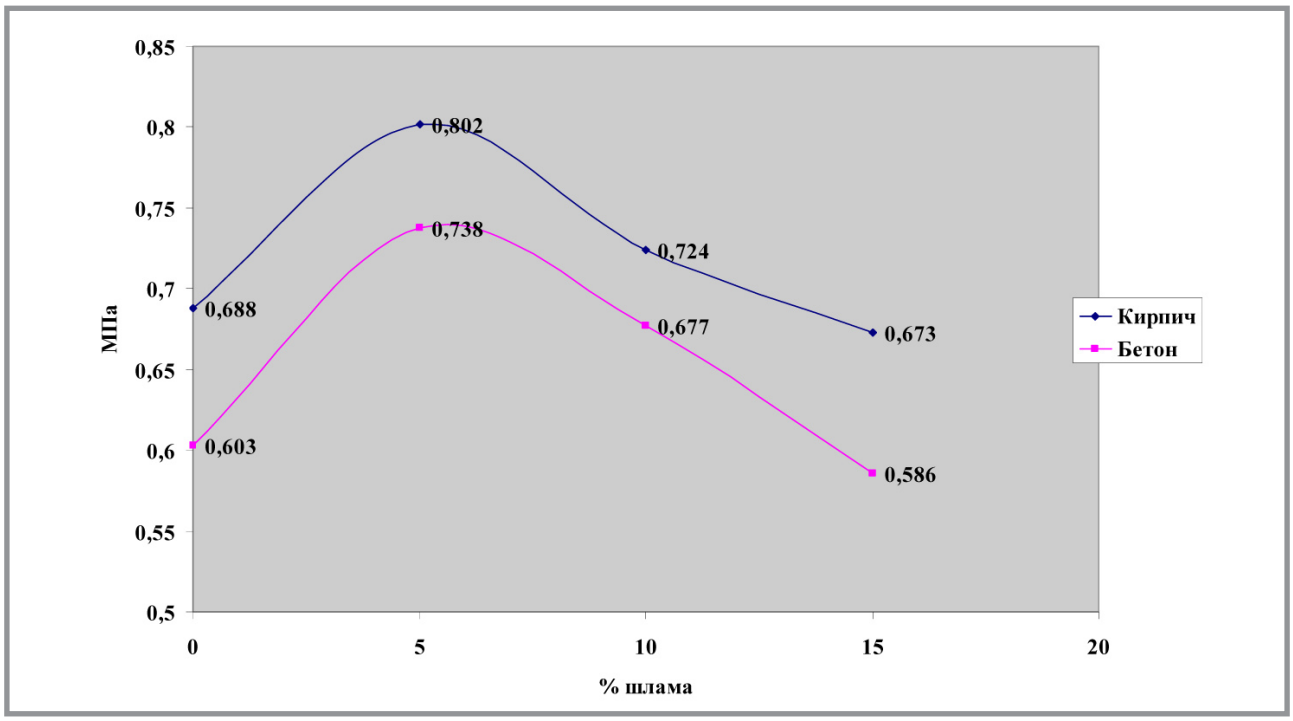


График 2. **Адгезионная прочность составов №№5–8 на основе белого ПЦ 400, муки мраморной, песка мраморного и шлама в количестве от 0 до 15%**

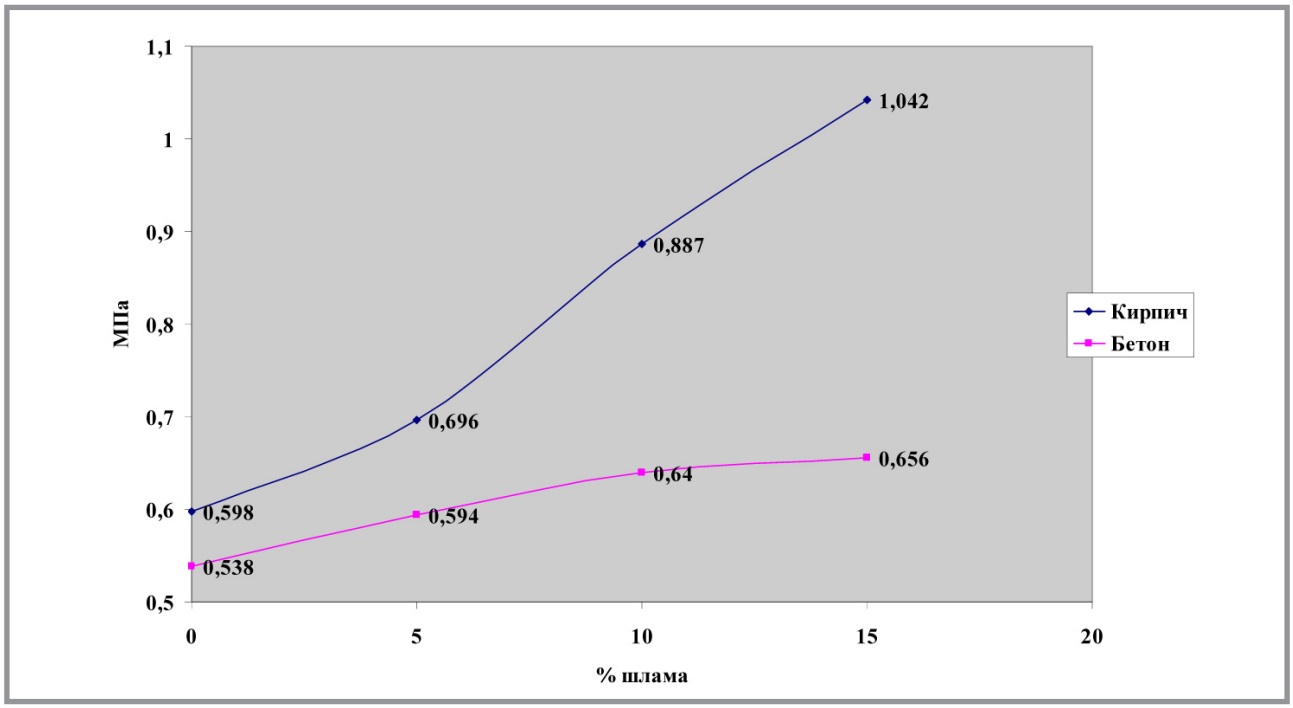


График 3. **Адгезионная прочность составов №№ 9–12 на основе серого ПЦ 400, муки мраморной, песка мраморного и сухого шлама в количестве от 0 до 15%**

Таблица 4

Адсорбционная активность материалов

По активности адсорбции	Наименование материала	D фэк
1	Шлам (мокрый)	0,151
2	Шлам (сухой) t = 105°С	0,324
3	Белый цемент ПЦ 300	1,758
4	Серый цемент ПЦ 300	1,815
5	Метиленовая синь (концентрация 0,03 г на л)	2,03

В ходе научных исследований было решено произвести сушку карбонатного шлама до постоянной массы при температуре 100–105°С, с последующим его измельчением, и в таком состоянии добавить в штукатурные композиции №№9–12 (график 3). В связи с тем, что высушенный шлам обладает меньшей удельной поверхностью, чем мокрый, наиболее существенное влияние на адгезию оказывает плотность основания, и соответственно, прочность отрыва от кирпича имеет более высокие показатели. Адгезионная прочность штукатурной смеси росла с постепенным добавлением сухого шлама (состав №12): кирпич – 1,042 МПа, бетон – 0,656 МПа. Следует отметить, что разрушения на кирпичном основании имели не только адгезионный, но и когезионный характер – по составу раствора (таблица 3). В связи с наноразмерностью частиц сухого шлама возрастает их удельная поверхностная энергия, отнесённая к массе частиц. Это позволяет не только заполнить микропоры внутри системы, но и повысить проникающую способность смеси, а также значительно снизить количество капиллярно-связанной и свободной воды [3].

Вероятно, структурообразующее участие и модифицированное влияние нанодисперсных наполнителей явилось результатом действия следующих взаимосвязанных механизмов [2, 3, 6, 7]:

1) **химического участия** наноразмерных частиц в гетерогенных процессах фазообразования гидратных соединений (такая возможность определяется как субстанциональным признаком – химико-минералогическим составом частиц, так и повышенными значениями удельной площади их поверхности и удельной поверхностной энергией). Проч-

ность кристаллизационного когезионного контакта, в значительной степени определяющая физико-механические свойства отвердевшего клеевого шва, является функцией химических взаимодействий в зоне контакта. На поверхности образующихся и растущих кристаллов имеются поля с малым радиусом действия (10–8 см) вследствие ненасыщенности поверхностных химических (валентных) связей. Эти связи насыщаются адсорбированными молекулами воды, которые образуют слой в десятки ангстрем;

2) каталитического воздействия **наноразмерных частиц**, как **центров кристаллизации**, с соответствующим эффектом понижения энергии активации этого процесса и ускорения его. Каталитический механизм наполнителя реализуется на стадии коллоидизации зародышеобразования и фазообразования, где наноразмерные частицы выступают в роли кристаллитических затравок, центров кристаллизации;

3) **зонирования структуры твердения** наноразмерными частицами: микрообъёмы структуры твердения будут оказываться в поле энергетического, термодинамического влияния отдельных высокодисперсных частиц, что может сопровождаться формированием организованной более «дробной» структуры как системы кристаллов из гидратных фаз. Образуемые кристаллы эпитаксиально наращиваются на поверхности и повышают тем самым площадь их контактов;

4) действия **молекулярных сил**, обусловленных присутствием воды и образованием «цепочки» ориентированных дипольных молекул растворителя и растворённого клеящего вещества. Началом «цепочки» служит адсорбционный слой, который инициирует поляризацию молекул;

5) **повышения плотности упаковки** системы. Присутствующие в системе наноразмерные частицы способны за счёт увеличения объёма адсобрционно- и (или) хемосорбционно-связанной воды уменьшать объём капиллярно-связанной и свободной воды, что приводит к изменению реологических свойств цементной смеси, к повышению её вязкости и пластичности (таблица 4);

6) сложных физико-химических процессов, приводящих к образованию в твердеющей системе «цемент-шлам» кристаллов с более высокой активностью, что способствует **упрочнению контактной зоны** в большей степени, чем в случае цемента без нанодисперсного наполнителя;

7) **электростатического взаимодействия** (возникает из-за одностороннего перехода электронов через границу раздела, вследствие раз-

личия электрохимических потенциалов, ориентации на поверхности контакта адсорбционных функциональных групп противоположной полярности). Взаимодействие воды и нанодисперсных частиц происходит после концентрации твёрдой фазы, механического зацепления частиц и межчастичных взаимодействий на основе дальнодействующих сил электростатической природы, образующихся в необратимые контакты, и формирующих цементный камень. Электростатическое взаимодействие возникает из-за одностороннего перехода электронов через границу раздела, вследствие различия электрохимических потенциалов, ориентации на поверхности контакта адсорбционных функциональных групп противоположной полярности.

Мера реализации указанных механизмов наномодифицирования структуры цементной смеси и их эффективность определятся видом, характеристиками, дозировкой и способами введения в систему наноразмерных частиц.

Последствия отрицательного воздействия на природу и человека шламовых промышленных отходов могут быть устранены созданием развитой системы ресурсных альтернатив их утилизации в производстве строительных материалов различного назначения. Игнорировать их как повсеместно распространённое техногенное сырьё с уникальными физико-химическими и технологическими свойствами становится всё более нецелесообразным с эколого-экономической и социальной точек зрения.

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

Миронова А.С., Коренькова С.Ф. Нанодисперсный наполнитель для мокрых фасадных систем // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2010, Том 2, № 2. С. 32–42. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_2_2010.pdf (дата обращения: __ _____ _____).

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

Mironova A.S., Koren'kova S.F. Nanodisperse filler for moist facade systems. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2010, Vol. 2, no. 2, pp. 32–42. Available at: http://www.nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_2_2010.pdf (Accessed __ _____ ____). (In Russian).

Библиографический список:

1. *Дворкин Л.И., Дворкин О.Л.* Строительные материалы из отходов промышленности. Ростов-на-Дону: «Феникс», 2007. 368 с.
2. *Чернышов Е.М., Артамонова О.В., Коротких Д.Н.* Синтез наноразмерных частиц для модифицирования структуры цементного камня и др. // Научные исследования наносистемы и ресурсосберегающие технологии в стройиндустрии: сб. докл. Междун. науч.-практич. конф. Белгород. 2007. С. 302–305.
3. Требования к наномодифицирующим добавкам для высокопрочных цементных бетонов // Технологии бетонов. 2009. №№ 9–10. С. 86–88.
4. Основы и концепция утилизации химических осадков промстоков в стройиндустрии / С.Ф. Коренькова, Т.В. Шеина. Самара, Самарск. Гос. арх.-строит. ун-т. – 2004. 208 с.
5. СП 82-101-98. Приготовление и применение растворов строительных.
6. *Сычёв М.М.* Неорганические клеи. – Л.: Химия. 1974. 160 с.
7. *Чернышов Е.М., Коротких Д.Н.* Модифицирование структуры цементного камня микро- и наноразмерными частицами кремнезёма (вопросы теории и приложений) // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2008. №5. С. 30–32.

Контактная информация для переписки:
e-mail: malinkamon@mail.ru

РОСНАНО
Российская корпорация нанотехнологий

ПРОЕКТЫ РОСНАНО
RUSNANO PROJECTS

РОСНАНО – МАСШТАБНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТ

RUSNANO – THE LARGE-SCALE STATE PROJECT

Статья включает информацию об участии Государственной корпорации «Российская корпорация нанотехнологий» в проектах по расширению производства модификатора асфальтобетонных смесей «Унирем», по созданию серийного производства приборов систем контроля напряженно-деформированного состояния конструкций зданий и сооружений, по внедрению систем освещения на основе сверхъярких светодиодов российского производства, по производству монолитного твердосплавного инструмента с многослойным наноструктурированным покрытием и др.

The article includes the information about participation of State corporation «Russian Corporation of Nanotechnologies» in the projects on expansion of production of blacktop mixtures modifier «Unirem», about establishment of lot production of building structures deflected mode controlling systems devices, about implemetation of illumination systems made on the basis of ultra-bright light-emitting diodes of Russian fabrication, about manufacture of solid hard-alloy tool with multilayer nanostructured coating, etc.

Ключевые слова: РОСНАНО, наномозаичная структура, акустоэлектронные и хемосорбционные устройства, наногетероструктуры, наноструктурированное покрытие.

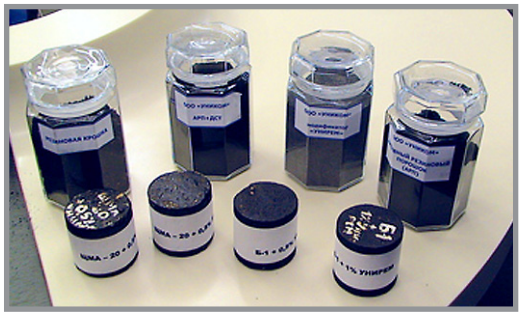
Key-words: RUSNANO, nanomosaic structure, acoustoelectronic and chemisorption devices, nanoheterostructures, nanostructured coating.

Российская корпорация нанотехнологий (РОСНАНО) основана в 2007 г. для реализации государственной политики в сфере нанотехнологий. Задача корпорации – стимулировать рост российской наноиндустрии до уровня выпуска продукции 900 млрд руб. в год к 2015 г. При этом объем продаж нанопродукции предприятиями, в которые инвестирует РОСНАНО, должен составить не менее 300 млрд руб. в год. РОСНАНО решает эту задачу, выступая соинвестором в нанотехнологических проектах со значительным экономическим или социальным потенциалом. Для поддержки финансируемых проектов РОСНАНО участвует в создании инфраструктуры наноиндустрии, а также реализует образовательные программы.

РОСНАНО примет участие в проекте по расширению производства модификатора дорожных покрытий «Унирем»

Наблюдательный совет РОСНАНО одобрил участие Корпорации в проекте по расширению производства модификатора асфальтобетонных смесей «Унирем», разработанного ООО «Новый каучук». Использование модификатора позволяет на треть повысить долговечность дорожных покрытий. Общая сумма инвестиций в проект составляет 1 854 млн руб. Вклад РОСНАНО в уставный капитал создаваемой для реализации проекта компании составит 301,5 млн руб. Кроме того, Корпорация предоставит заем на сумму 992,5 млн руб.

В рамках проекта предполагается модернизация с последующим расширением действующих мощностей ООО «Новый Каучук» и увеличение объемов производства с 700 т модификатора в 2009 г. до 3 000 т в 2010 г. и 10 000 т в 2011 г. В дальнейшем планируется создать еще одно предприятие по производству модификатора мощностью 30 000 т.



Продукция проекта

В основе проекта лежит технология промышленного производства модифи-

каторов дорожных покрытий с микро- и наномозаичной структурой на основе активного резинового порошка. Модификатор «Унирем» представляет собой материал, получаемый методом измельчения отработанных автопокрышек при высоких температурах и давлениях. Дорожные покрытия с добавкой этого модификатора относятся к материалам повышенной долговечности. Это позволяет на 25–30% увеличить межремонтные сроки при эксплуатации автомагистралей. Мониторинг участков дорог, уложенных с применением «Унирем» в 2005–2009 гг., продемонстрировал, что дорожные покрытия характеризуются повышенной сдвигоустойчивостью, водостойкостью, устойчивостью к трещино- и колееобразованию, высокой стойкостью к циклическим деформациям при положительных и отрицательных температурах.

«Новый проект РОСНАНО имеет и важнейший экологический эффект. Как известно, автомобильные покрышки в силу своих свойств не разлагаются естественным путем, и вопрос их утилизации стоит очень остро. Сегодня переработке подвергается не более 65 тыс. т в год, что не превышает 5–8% от их годового накопления», – отметил управляющий директор РОСНАНО Сергей Поликарпов.

Согласно планам развития транспортной системы России в 2010–2015 гг., на цели строительства и реконструкции автомобильных дорог России планируется выделить до 4,3 трлн рублей в рамках Федеральной целевой программы «Развитие транспортной системы России (2010–2015 гг.)». Потенциальный рынок дорожных модификаторов в 2015 г., исходя из общего объема строительства, реконструкции и ремонта дорог в РФ, оценивается на уровне более 10 млрд руб. в год.

Справка:

Общество с ограниченной ответственностью «Новый каучук» создано в 2004 г. Деятельность компании ориентирована на коммерческое внедрение технологии высокотемпературного сдвигового измельчения полимерных материалов. Компания обладает штатом из высококвалифицированных специалистов, имеющих многолетний опыт разработки высоконаполненных полимерных материалов на основе термопластов и резиновых смесей со специальными свойствами.

РОСНАНО инвестирует в производство изделий микросистемотехники

В результате реализации проекта будет создано серийное производство приборов и систем на основе акустоэлектронных и хемосорбционных устройств, в том числе датчиков давления и деформации, устройств радиочастотной идентификации (RFID), высокочастотных полосовых фильтров и газосигнализаторов. Общий бюджет проекта оценивается в 1,24 млрд руб., из которых вклад РОСНАНО составит 550 млн руб.

Акустоэлектронные устройства выполнены на базе различных пьезоэлектрических материалов, на поверхности которых расположены встречноштырьевые преобразователи для возбуждения поверхностных акустических волн (ПАВ). Элементы электронной системы возбуждения ПАВ представляют собой многослойные пленочные структуры с геометрическими параметрами, заданными в диапазоне от 5 до 80 нм с точностью их изготовления не менее 0,5 нм. Основным действующим элементом хемосорбционных датчиков является чувствительный к присутствию газов слой оксида олова (SnO_2) с интегрированными в него частицами платинового катализатора размерами 1–3 нм.

Основную долю выручки проекта планируется получать от продаж систем контроля напряженно-деформированного состояния конструкций зданий и сооружений, обладающих низким энергопотреблением, широким диапазоном рабочих температур и низкой ценой. Значительная доля продаж придется на системы обеспечения безопасности газопользования с увеличенным по сравнению с аналогами сроком службы. Кроме того, проектная компания будет осуществлять производство систем RFID на поверхностных акустических волнах, имеющих высокую надежность и устойчивых к агрессивной внешней среде.

Системы контроля деформации

Также в ассортимент продукции проектной компании входят акустоэлектронные устройства для радиоэлектронных приборов и систем, в том числе ультразвуковые и дисперсионные линии задержки с повышенным частотным диапазоном, ПАВ-резонаторы с повышенной добротностью для систем

стабилизации частоты и полосовые ПАВ-фильтры, применяемые в навигационных приемниках ГЛОНАСС/GPS, мобильных телефонах, высокочастотной аппаратуре цифрового телевидения.

Начало выпуска готовой продукции намечено на 2012 г. Выход проекта на плановые показатели ожидается в 2015 г. Предполагается, что ОАО «Авангард», выступившее инициатором проекта, предоставит площадку для его реализации в Санкт-Петербурге и интеллектуальную собственность в виде ряда патентов, ноу-хау, комплектов конструкторской и технологической документации. Заявитель будет работать над дальнейшим совершенствованием технологий производства и созданием новых поколений изделий в тесной кооперации с Институтом радиотехники и электроники РАН им. В.А. Котельникова и другими научными центрами России.

По оценкам экспертов, в 2008 г. объем мирового рынка датчиков и компонент составил $ 51 млрд. Ожидается, что к 2018 г. объем рынка достигнет $ 67 млрд при усредненных ежегодных темпах роста на уровне 5%. Объем российского рынка датчиков в 2008 г. составил около 30 млрд руб. Прогнозируемый объем рынка в 2018 г. – 75 млрд руб. при ежегодном росте на уровне 9,6%. В целом, в мире наблюдается тенденция к замещению активных датчиков пассивными – в 2004–2008 гг. их доля выросла с 59% до 70%. ПАВ-датчики являются самым быстрорастущим сегментом этого рынка, демонстрируя рост 13,5% при общем уровне ежегодного роста рынка 3,7% за этот же период.

Справка:

ОАО «Авангард» является одним из крупных научно-производственных объединений России, ориентированных на создание прогрессивных технологий серийного производства и разработки передовых методов конструирования радиоэлектронной аппаратуры. За время существования Межотраслевого научно-технического комплекса (МНТК «Радиотехномаш»), созданного на базе ОАО «Авангард» и объединявшего 51 предприятие 17 отраслей СССР, были разработаны более сотни наименований, изготовлены и внедрены тысячи единиц оснащения, более 200 отраслевых и государственных стандартов. Разрабатываемые ОАО «Авангард» изделия микросистемотехники на основе акусто- и хемосорбционной наноэлектроники не уступают по

своим технико-экономическим характеристикам мировым аналогам, а по ряду показателей превосходят их.

Акустоэлектронные датчики, а также системы RFID на основе пассивных ПАВ-меток ОАО «Авангард» не требуют электропитания, работают в широком температурном диапазоне, устойчивы к гамма-излучению и к сильному электромагнитному излучению, экологически безопасны для человека и животных и имеют практически неограниченный срок службы. Акустоэлектронные компоненты для радиоэлектронных систем характеризуются конкурентными характеристиками частотной селекции, имеют рекордно низкие уровни потерь. Наноэлектронные сенсоры химических веществ ОАО «Авангард» не нуждаются в непрерывном обслуживании, неприхотливы в эксплуатации, значительно дешевле своих импортных аналогов, малогабаритны и позволяют создавать как переносные газоанализаторы, так и разветвленные автоматизированные системы мониторинга обширных территорий, объектов промышленности, транспорта и ЖКХ, управляемые от центрального компьютера и позволяющие анализировать ситуацию в реальном масштабе времени.

Якутия одной из первых внедрит экологичное освещение на основе нанотехнологий

1 апреля 2010 г. в Якутске было подписано соглашение о стратегическом сотрудничестве между Правительством Республики Саха (Якутия) и ЗАО «Оптоган» по внедрению систем освещения на основе сверхъярких светодиодов российского производства. В ходе встречи, в которой приняли участие Председатель Правительства Республики Саха (Якутия) Егор Борисов, представители РОСНАНО во главе с заместителем генерального директора госкорпорации Андреем Малышевым, генеральный директор компании ЗАО «Оптоган» Максим Одноблюдов, было подписано соглашение о стратегическом сотрудничестве между Правительством Республики и ЗАО «Оптоган». В соглашении отражены договоренности о реализации пилотных проектов по внедрению светодиодного освещения в ряде регионов и поселков на территории Республики Саха (Якутия). По результатам реализации пробного запуска будет разработана программа поэтапного перехода республики на светодиодные источники освещения.

Светодиодный светильник

Данный проект осуществляется в рамках реализации стратегии Правительства РФ по повышению энергоэффективности, изложенной в Федеральном законе «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности». Эксперты компании ЗАО «Оптоган» войдут в состав рабочей группы, которая будет разрабатывать меры по реализации положений Федерального закона в Республике Саха.

По договоренности ЗАО «Оптоган» с ОАО «Республиканской инвестиционной компанией» в республике будут созданы новые высокотехнологичные производства по изготовлению светодиодных светильников, которые в дальнейшем смогут обеспечить продукцией не только Республику Саха (Якутия), но и другие регионы Сибири и Дальнего Востока.

ЗАО «Оптоган» разрабатывает и производит сверхъяркие светодиоды на базе наногетероструктур, а также осветительную технику на их основе. Компания Optogan Oy была основана в 2004 г. в Хельсинки Максимом Одноблюдовым, Владиславом Бугровым и Алексеем Ковшом – выпускниками Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе, учениками нобелевского лауреата Жореса Алфёрова. С 2006 г. основные технологические разработки компании ведутся в немецком городе Дортмунд, там же располагается вертикально-интегрированная производственная линия по изготовлению светодиодов. В 2009 г. с целью создания в России собственного производства сверхъярких светодиодов было зарегистрировано ЗАО «Оптоган». Инвесторами проекта выступили ГК «Роснанотех», Группа ОНЭКСИМ и ОАО «РИК».

В 2010 г. планируется запуск первой линии производства в Санкт-Петербурге, её производительность составит более 30 млн корпусированных светодиодов в месяц. Основное производство, которое выйдет на полную мощность в 3 квартале 2011 г., расположится на территории свободной экономической зоны «Нойдорф».

Справка:

Светодиоды являются наиболее передовой технологией освещения. На сегодняшний день энергоэффективность (освещенность на Ватт потребляемой мощности) светодиодов в 2 раза превышает энергоэффективность люминесцентных ламп, и в 10 раз – ламп накаливания. Срок службы светодиода достигает 50 тыс. час., что в 50 раз дольше, чем лампы накаливания и в 10 раз дольше, чем люминесцентные лампы.

Одним из преимуществ светодиодных источников освещения является их экологическая безопасность: они не содержат ртути, свинца и стекла. Спектр излучения светодиодов максимально приближен к дневному спектру солнца, поэтому обеспечивает лучшее самочувствие потребителей, их работоспособность и устойчивость к стрессам.

Начинает работу первый завод, созданный в рамках проектов РОСНАНО

Открытие завода в г. Рыбинск

26 апреля 2010 г. в г. Рыбинске Ярославской области открыто первое производственное предприятие, созданное с участием РОСНАНО. Завод по производству монолитного твердосплавного инструмента с многослойным наноструктурированным покрытием открыт в рамках проекта, реализуемого РОСНАНО, ОАО «НПО «Сатурн» и ОАО «Газпромбанк». Управление осуществляет проектная компания ЗАО «Новые инструментальные решения» (ЗАО «НИР»).

Завод по производству монолитного твердосплавного инструмента площадью 6 тыс. кв. м размещается на производственной площадке НПО «Сатурн». Металлорежущий инструмент ЗАО «НИР» не имеет аналогов в России, сферы его применения – высокотехнологичные отрасли отечественной промышленности (авиационное двигателестроение, ракетно-космическая отрасль, прибо-

ростроение и т. д.). Новое производство РОСНАНО позволит заменить импортный инструмент, используемый сегодня в российской промышленности для обработки различных материалов, инновационной отечественной продукцией. Наноструктурированное покрытие, технология нанесения которого разработана учеными из Курчатовского института, не только увеличивает жизненный цикл инструмента в 2,5 раза, но и снижает затраты предприятий на его приобретение.

Проект, в рамках которого открыт завод НИР, был разработан по инициативе ОАО «НПО «Сатурн» в конце 2007 – начале 2008 г. В сентябре 2008 г. Наблюдательный совет РОСНАНО принял решение о финансировании проекта в объеме 499,8 млн руб. из средств Корпорации. Таким образом, РОСНАНО принадлежит 49,98% акций проектной компании, ОАО «НПО «Сатурн» – 25,01% акций. В качестве финансового инвестора выступил ОАО «Газпромбанк», получивший 25,01% акций в проекте.

«С технической точки зрения проект соответствует мировому уровню, – заявил генеральный директор РОСНАНО Анатолий Чубайс. – Нашим партнером по проекту, как известно, является НПО «Сатурн» и, конечно, запуская производство, мы ориентируемся на его потребности, а также других двигателестроительных предприятий. В то же время мы понимаем, что потенциальный масштаб рынка инструментального производства, даже внутрироссийского, намного шире».

По словам главы РОСНАНО, разработанная технология по своей эффективности, своему техническому уровню способна решать задачи не только для металлорежущего инструмента, но и для других видов изделий. «Кроме того, для нас очевидно, что стратегически необходимо выстраивать бизнес-модель, предусматривающую конкуренцию с ведущими мировыми брендами», – подчеркнул Анатолий Чубайс.

Запланированный объем производства в 2010 г. – 62 тыс. единиц нового инструмента и более 150 тыс. штук переточки. При выходе на полную мощность в 2014 г. ЗАО НИР обеспечит рабочими местами более 230 высококвалифицированных специалистов, выпустит более 120 тыс. единиц металлорежущего инструмента с нанопокрытием, а также обеспечит переточку более 720 тыс. единиц инструмента.

В апреле 2010 г. предприятие уже начало реализацию продукции ОАО «НПО «Сатурн». В рамках подписанных соглашений о поставках и полученных технических заданий изготавливаются пробные партии

инструмента для проведения испытаний с дальнейшим внедрением на других российских машиностроительных предприятиях, таких как ОАО «Сатурн-Газовые турбины», ТМКБ «Союз», ОАО «УМПО», ОАО «НИИЦЭВТ», ОАО «Автодизель», ОАО «Ярославский завод дизельной аппаратуры», ОАО «Тутаевский моторный завод», а также ОАО «Завод ВИЗАС» (Республика Беларусь).

Для подготовки квалифицированных инженерных кадров ЗАО «НИР» Рыбинская государственная авиационная технологическая академия им. П.А. Соловьева по заказу и при поддержке РОСНАНО разработала специальную программу опережающей профессиональной переподготовки, ориентированной на инвестиционные проекты ГК «Роснанотех» в области разработки и получения наноструктурированных покрытий режущего инструмента и технологической оснастки для газотурбинной техники. Программа составлена на основе требований работодателя, в июле по ней начнут обучение 25 человек, отобранных на конкурсной основе из числа инженерно-технического состава ЗАО «НИР» и выпускников РГАТА им. П.А Соловьева.

В основу программы положен модульный принцип, обеспечивающий возможность обучения квалифицированных профильных специалистов с усилением подготовки по отдельным модулям. В разработке программы приняли участие ведущие ученые РГАТА, квалифицированные специалисты и представители заказчика, а также ведущие российские ученые из университетов и научных центров: РНЦ «Курчатовский институт», Центра коллективного пользования оборудованием «Диагностика микро- и наноструктур», г. Ярославль и др.

В реализации программы для инженеров ЗАО «НИР» примут участие лидеры производства оборудования для инструментального производства: фирма WALTER Mashinebau GmbH (Германия) и фирма «Galika» (Швейцария – Германия). Обучение слушателей программы пройдет на новейших образцах оборудования и продукции данных фирм. Преподавание по программе будут вести ведущие ученые РГАТА им. П.А. Соловьева, РНЦ «Курчатовского института», а также ведущие зарубежные специалисты в этой области: Бельзак М. (Швейцария), Приставшек А. и Суровец З. (Польша), Хендл К. (Германия), проф. Фиговский О.Л., директор научного центра нанотехнологий «Polymat» (Израиль), директор по науке и развитию Американской компании «Nanotech Industries, Inc.» (США, Калифорния).

Справка:

ОАО «Научно-производственное объединение «Сатурн» – ведущая двигателестроительная компания, специализируется на разработке, производстве и послепродажном обслуживании газотурбинных двигателей для военной и гражданской авиации, кораблей Военно-морского флота, энергогенерирующих и газоперекачивающих установок.

ОАО «Газпромбанк» входит в тройку крупнейших банков России. В списке крупнейших банков Центральной и Восточной Европы занимает третье место. ГПБ обладает рейтингами инвестиционного уровня ведущих международных агентств. В составе разветвленной региональной сети Газпромбанка 36 филиалов и пять российских банков с участием ГПБ и его дочерних структур. Газпромбанк также участвует в капитале двух зарубежных банков – Белгазпромбанка (Белоруссия) и Арэксимбанка (Армения).

ЗАО «НИР» создано 11 ноября 2008 г. в г. Рыбинске Ярославской области для производства монолитного твердосплавного инструмента с наноструктурированным покрытием. Данный проект является первым в России, реализованным с участием ГК «Роснанотех».

РОСНАНО – масштабный государственный проект, конечной целью которого является перевод страны на инновационный путь развития и вхождение России в число лидеров мирового рынка нанотехнологий. Сегодня в Корпорации сосредоточены одни из лучших специалистов страны, способных наладить взаимовыгодное сотрудничество между наукой, бизнесом и государством. Это – основное условие успеха.

А.Б. Чубайс,
председатель правления РОСНАНО

Редакция научного Интернет-журнала «Нанотехнологии в строительстве» (*www.nanobuild.ru*) благодарит пресс-службу РОСНАНО за предоставленные материалы. Более подробную информацию о проектах РОСНАНО можно найти на сайте *www.rusnano.com*

УДК 666.9.015

МАССАЛИМОВ Исмаил Александрович[1, 2], д-р техн. наук, зав. лабораторией; Россия
МУСТАФИН Ахат Газизьянович[2], д-р хим. наук, ректор; Россия
ЧУЙКИН Александр Евгеньевич[3], канд. техн. наук, доц.; Россия
ВОЛГУШЕВ Алексей Николаевич[4], канд. техн. наук, вед. научн. сотрудник; Россия
МАССАЛИМОВ Бурхан Исмаилович[5], студент; Россия
ХУСАИНОВ Азат Наильевич[1], аспирант; Россия

MASSALIMOV Ismail Alexandrovich, Doctor of Engineering, Head of Laboratory; Russian Federation
MUSTAFIN Akhat Gazizianovich, Doctor of Chemical Sciences, Rector; Russian Federation
CHUIKIN Alexander Evgenievich, Ph.D. in Engineering, Assistant Professor; Russian Federation
VOLGUSHEV Aleksei Nikolaevich, Ph.D. in Engineering, Leading Research Officer; Russian Federation
MASSALIMOV Burkhan Ismailovich, student; Russian Federation
KHUSAINOV Azat Nailievich, post-graduate student; Russian Federation

УПРОЧНЕНИЕ И УВЕЛИЧЕНИЕ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТИ БЕТОНА ПОКРЫТИЯМИ НА ОСНОВЕ НАНОРАЗМЕРНОЙ СЕРЫ

STRENGTHENING AND INCREASE IN WATER RESISTANCE OF THE CONCRETE BY MEANS OF COATINGS MADE ON THE BASIS OF NANOSIZE SULFUR

Представлены данные исследований влияния серосодержащей пропиточной композиции «Аквастат» на важнейшие эксплуатационные характеристики бетонных материалов. Установлено, что пропитанный «Аквастат» материал характеризуется высокими гидрофобными свойствами и прочностными характеристиками, позволяющими использовать бетонные материалы в течение более длительного времени в условиях постоянного воздействия влаги, механических сил и знакопеременных температур.

[1] ГУ «Научно-исследовательский технологический институт гербицидов Академии наук Республики Башкортостан (ГУ НИТИГ АН РБ);
[2] Башкирский государственный университет (ГОУ ВПО БашГУ);
[3] ГОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (УГНТУ);
[4] Научно-исследовательский институт железобетона (НИИЖБ);
[5] Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (НИЯУ МИФИ)

[1] SI «Scientific research technological institute of herbicides of the Academy of sciences of the Republic of Bashkortostan»
[2] Bashkortostan State University
[3] Ufa State Petroleum Technological University
[4] Research Institute of Reinforced Concrete
[5] National Research Nuclear University «MEPhI»

The article deals with data of the research aimed to study the influence of the sulfur-containing solution «Akvastat» soaking on the most important performance characteristics of concrete materials. It was determined that the material soaked by «Akvastat» has high hydrophobic properties and strength characteristics which make it possible to use concrete materials over a longer period of time under constant influence of moisture, mechanical forces and alternating temperatures.

Ключевые слова: наноразмерный водоотталкивающий слой серы, водопоглощение, пропитка «Аквастат», наночастицы, прочность, морозостойкость, вибропрессованная бетонная плитка.

Key-words: nanosize water-repellent sulfur layer, water absorption, soaking «Akvastat, nanoparticles, durability, freeze resistance, vibration compacted concrete tablet.

Несмотря на огромное количество существующих защитных покрытий для строительных материалов большинство из них выполняет свои функции в течение достаточно короткого времени. Общеизвестна необходимость повторного окрашивания наружных поверхностей зданий из-за разрушения слоя краски. Короткий срок службы подавляющего большинства окрашивающих материалов обусловлен тем, что в условиях атмосферных воздействий они быстро разрушаются [1]. В связи с этим актуальна проблема создания специализированных пропиточных составов, позволяющих поддерживать высокий уровень защитных свойств строительных материалов в течение длительного времени.

В работах [2, 3] были представлены данные исследований эффективности гидрофобизации и улучшения механических свойств пористых строительных материалов (цементные бетоны, керамический и силикатный автоклавный кирпич, газобетон) с помощью нового вида пропиточной композиции «Аквастат», которая представляет собой водный серосодержащий раствор, стабилизированный специальными добавками [4]. Было показано, что пропитка строительных материалов раствором «Аквастат», позволяет улучшить все основные характеристики – существенно снизить водопоглощение, повысить прочность и морозостойкость. Установлено также, что состав не вымывается водой и обладает бактерицидными свойствами. Пропитанные им материалы обладают паропроницаемостью, приобретают химическую стойкость по отноше-

нию к солевым растворам, кислотам, органическим растворителям, не подвергаются деструкции под действием атмосферных факторов и защищают строительные изделия и конструкции в течение длительного времени. Указанные существенные улучшения всех эксплуатационных характеристик обеспечиваются образованием в процессе пропитки наноразмерного водоотталкивающего слоя серы на поверхности пор строительных материалов.

Таким образом, предложенный в [2–4] метод пропитки строительных материалов может быть успешно использован для защиты всех элементов конструкций, подверженных интенсивному воздействию влаги: фундаментных блоков, колодезных колец, водопропускных труб, шпал, участков стен, свай, арок, перекрытий, бордюрных камней, тротуарной плитки. Т. е., состав может быть использован в тех случаях, когда применение большинства традиционно используемых материалов проблематично. Причиной столь успешного применения предлагаемого состава является неорганическая природа серы, которая не подвергается со временем деструкции, как широко используемые в качестве защитных покрытий органические материалы – полимеры. Химическая инертность серы, ее стойкость к агрессивным средам придает предлагаемому пропиточному материалу химстойкость, что также обуславливает долговечность защитного покрытия на основе серы.

В данной работе, в развитие данных полученных в [2–4], приводятся результаты исследований влияния пропитки на свойства строительных материалов. Ранее в [2–4] указывалось, что в результате пропитки на поверхности пор строительных материалов образовывался наноразмерный водоотталкивающий слой серы, обеспечивающий долговечную и эффективную защиту строительных материалов от химических и атмосферных воздействий. Наличие наночастиц на сколах бетонных образцов определялось с помощью изображений сканирующего мультимикроскопа СММ-2000Т. В данной работе проведен анализ распределения размеров частиц серы, выделенных из пропиточного раствора. Для этой цели серосодержащие молекулы пропиточного раствора разрушали, в результате молекулярный раствор превращался в гидрозоль серы, который промывали водой. Затем порошок серы высушивали и на устройстве Shimadzu SALD – 7101 проводили измерение интегрального (рис. 1а) и дифференциального (рис. 1б) распределения частиц серы по размерам.

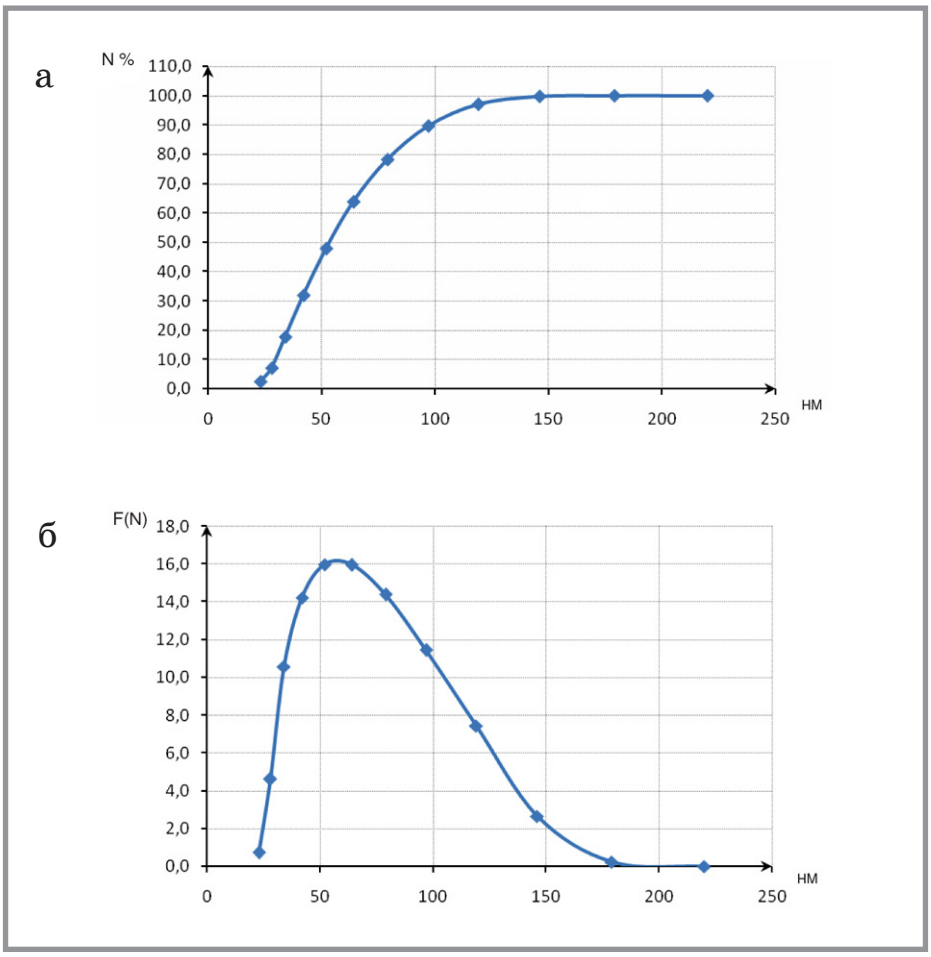


Рис. 1. **Распределение частиц по размерам, полученных из пропиточного раствора «Аквастат»:**
а – интегральное распределение; б – дифференциальное распределение

Из рис. 1а видно, что все частицы имеют размер меньший, чем 220 нм, причем 90% частиц имеют размер меньший 100 нм. Измерения показали, что минимальный размер частиц, зафиксированный устройством Shimadzu SALD – 7101, равнялся 20 нм. Из рис. 1б видно, что максимальное число частиц имеет размер около 50–60 нм. Несмотря на то, что условия образования наночастиц в порах материалов и в гидрозоле разные, кривые дифференциального и интегрального распределения частиц по размерам на рис. 1 близки к значениям, полученным с помощью сканирующего мультимикроскопа СММ-2000Т. Этот факт свидетельствует о том, что в процессе высыхания и в порах и порошка серы, полученного из пропиточного раствора, происходит трансформация молекул пропиточного состава в наночастицы серы.

При использовании на практике таких изделий как бетонные плитки мощения, которые эксплуатируются в жестком режиме воздействия влаги и механических нагрузок, а также знакопеременных температур важно использовать изделие с минимальными значениями коэффициента водопоглощения, так как срок службы его сильно зависит от количества воды, проникшей в поры. Для выяснения возможности уменьшения коэффициента водопоглощения при использовании пропитки «Аквастат» были проведены измерения кинетики водопоглощения для вибропрессованной бетонной плитки при изменении продолжительности пропитки образцов. Кинетика водопоглощения измерялась в течение двух суток, данные приведены на рис. 2.

Из рис. 2 видно, что уже погружение вибропрессованной бетонной плитки в серосодержащий раствор на 2 часа существенно снижает водопоглощение. Результаты показывают, что водопоглощение плитки сильно зависит от продолжительности пропитки. Установлено, что

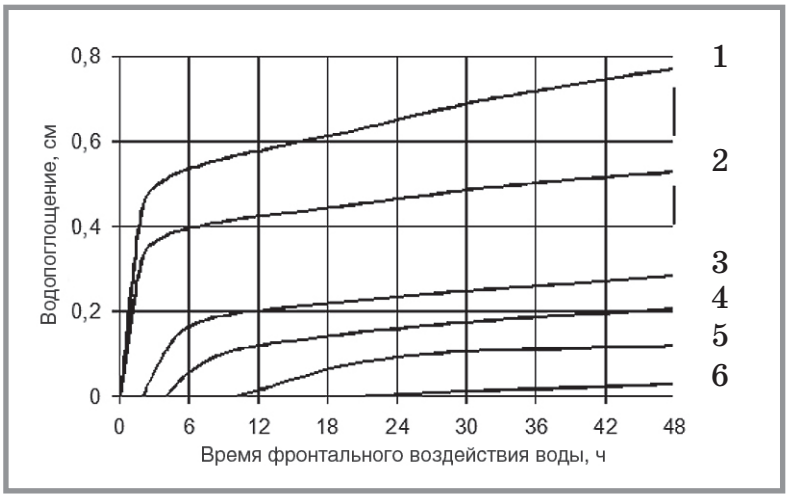


Рис. 2. **Кинетика водопоглощения вибропрессованных бетонных плиток в зависимости от длительности пропитки водорастворимой серой способом полного погружения:**

1 – непропитанный (контрольный) образец тяжелого бетона;
2 – непропитанный (контрольный) образец вибропрессованной бетонной плитки;
3 – пропитка вибропрессованной плитки в течение 2 ч полным погружением в раствор серы;
4 – то же, в течение 5 ч;
5 – то же, в течение 12 ч;
6 – то же, в течение 48 ч.

пропитка ее в течение 48 часов практически устраняет проникновение воды в поры и превращает вибропрессованную бетонную плитку практически в водонепроницаемый материал, пригодный для длительного применения в условиях действия знакопеременных температур. Таким образом, варьируя продолжительность пропитки, осуществляемой погружением изделия в раствор при комнатной температуре, можно добиваться желаемого результата.

Не менее важной характеристикой, обуславливающей практическое применение изделий из бетона, является его прочность, способность не разрушаться при ударных воздействиях. В [2, 3, 5] было установлено, что однократная пропитка «Аквастат» приводит к упрочнению плитки мощения на 37% и увеличению количества ударов до разрушения в 2,9 раз. Для исследования влияния продолжительности пропитки на прочность и ударную стойкость были пропитаны образцы бетона в течение 6 и 12 часов, высушены и измерены их механические характеристики, приведенные в таблице. Из нее видно, что варьирование продолжительности пропитки практически не влияет на плотность бетона, привес массы в сухом состоянии и на величину упрочнения, – для обоих вариантов пропитки упрочнение равно 32% . Необходимо отметить кардинальное увеличение ударной стойкости. Причем, ударная стойкость

Показатели плотности, прочности и ударной выносливости вибропрессованной бетонной плитки, пропитанной серосодержащим раствором плотностью 1,24 г/см² *

Время пропитки, ч	Плотность бетона в сухом состоянии до пропитки, г/см²	Плотность бетона в сухом состоянии после пропитки, г/см²	Привес серы по результатам взвешивания высушенных образцов, %	Статическая прочность бетона при сжатии, МПа		Упрочнение, %	Количество ударов до разрушения бетона		Повышение ударной стойкости бетона, %
				непропитанного	пропитанного		непропитанного	пропитанного	
6	2,27	2,43	6,8	21,2	28,0	32,0	141	410	191
12	2,28	2,44	6,9	20,7	27,3	31,9	139	448	322

* Испытания на ударную стойкость проводились ударами груза массой 4,5 кг, падающего с высоты 1 м

зависит от продолжительности пропитки: при пропитке в течение 6 часов она увеличивается в 2,9 раз, также как и в [2, 3], а при пропитке в течение 12 часов увеличение ударной стойкости достигает 3,22 раза. Таким образом видно, что обработка «Аквастат» позволяет существенно (в разы) увеличить стойкость материалов к разрушению и имеет прямой смысл ее использовать для обработки таких изделий как: тротуарные плиты мощения, дорожные плиты и др., т. е. для всех изделий по которым осуществляется движение людей и транспорта.

Представленные в данной работе и ранее в [2–6] результаты указывают на то, что серосодержащие растворы хорошо зарекомендовали себя в сложных ситуациях, когда изделия эксплуатируются в условиях статического воздействия, воды, механических воздействий. В этих условиях эксплуатируются дорожные изделия и элементы конструкций подвалов, цоколей, стоки, лотки, колодцы и др. В этих случаях пропитка используется в качестве самостоятельного защитного покрытия. В то же время опыт работы показывает, что возможно его использование и в качестве эффективной грунтовки перед нанесением битумного покрытия на крыши домов (рис. 3. (а) и (б)).

В этом случае перед нанесением битума или любой другой полимерной композиции проводится обработка цементной стяжки пропиткой «Аквастат». Необходимо отметить, что сера очень хорошо совмещается с битумом, особенно при горячем способе, который используется в боль-

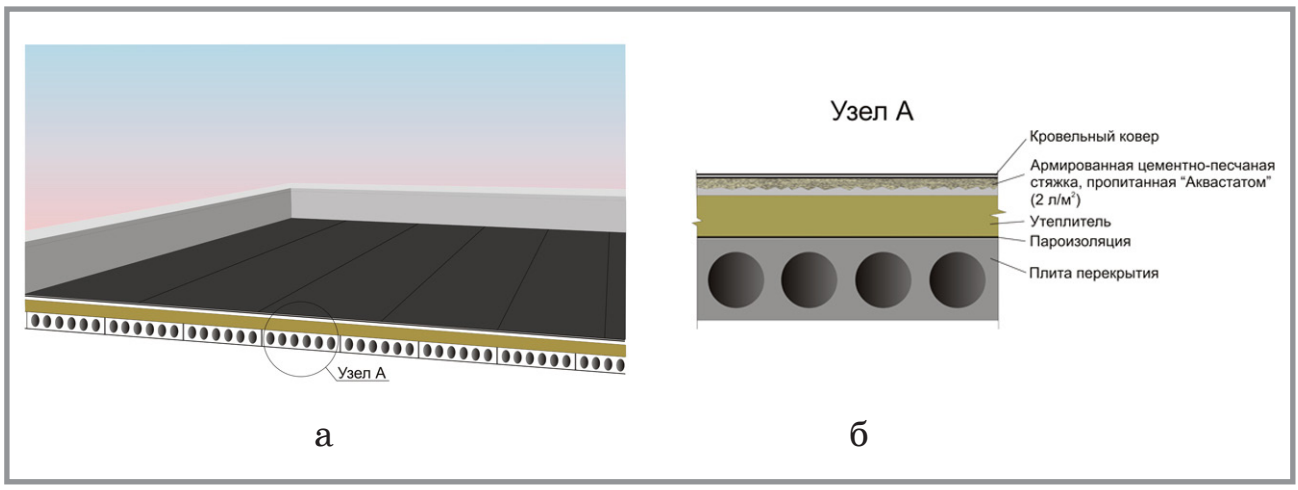


Рис. 3. **Общий вид кровли многоэтажного дома (а) и схема расположения защитных слоев крыши, перечисленных в порядке их расположения сверху вниз (б)**

шинстве случаев. В этих случаях сера в области пор, куда попадает битум, играет роль связующего элемента между органическим покрытием и минеральной компонентой цементной стяжки. Такой способ защищает здание от протечек воды, даже если будет поврежден слой битумной кровли.

Данные, представленные в этой работе, позволяют надеяться на широкое распространение предложенного авторами эффективного и долговечного способа защиты строительных материалов от атмосферных и химических воздействий с применением пропитки «Аквастат».

Уважаемые коллеги!

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

Массалимов И.А., Мустафин А.Г., Чуйкин А.Е. и др. Упрочнение и увеличение водонепроницаемости бетона покрытиями на основе наноразмерной серы // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2010, Том 2, № 2. С. 54–61. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_2_2010.pdf (дата обращения: __ _____ __).

Dear colleagues!

The reference to this paper has the following citation format:

Massalimov I.A., Volgushev A.N., Chuikin A.E. et al. Building material protection of long duration by the coatings on basis of nanosized sulfur. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2010, Vol. 2, no. 2, pp. 54–61. Available at: http://www.nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_2_2010.pdf (Accessed _ _____ __). (In Russian).

Библиографический список:

1. *Миткин Б.А., Титов А.И.* Справочное пособие по отделочным материалам. – Минск: Вышейшая школа, 1977. С. 7–25, с. 109–121, с. 232–257.
2. *Массалимов И.А., Волгушев А.Н., Чуйкин А.Е., Хусаинов А.Н., Мустафин А.Г.* Пропиточная композиция «Аквастат» для долговременной защиты строительных материалов // Строительство: новые технологии – новое оборудование и новые материалы. 2010, №4. С. 36–39.
3. *Массалимов И.А., Хусаинов А.Н., Чуйкин А.Е., Волгушев А.Н., Мустафин А.Г.* Долговременная защита строительных материалов покрытиями на основе наноразмерной серы // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2010, Том 2, № 1. С. 45–58. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_1_2010.pdf (дата обращения: 31.01.2010)
4. *Массалимов И.А., Бабков В.В., Мустафин А.Г.* Заявка №2009135548 от 23.09.2009 г. Состав для обработки строительных материалов и способ их обработки.
5. *Чуйкин А.Е., Сафина О.М., Мансуров Т.В., Старцева Л.В., Массалимов И.А.* Опыт производства и использования мелкоштучных дорожных вибропрессованных бетонных изделий // Строительные материалы. 2003. №10. С. 28–29.
6. *Мусавиров Р.С., Массалимов И.А., Бабков В.В., Чуйкин А.Е., Балобанов М.А., Шарабыров М.В.* Пропиточные гидрофобизирующие композиции на основе водорастворимой серы // Строительные материалы. 2003. № 10. С. 25–27.

Контактная информация:
ГУ «НИТИГ АН РБ», 450029, г. Уфа, ул. Ульяновых, 65.
Тел.: (347) 242-76-53. E-mail: ismail_mass@mail.ru; akvastat@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЯ, РАЗРАБОТКИ, ПАТЕНТЫ

RESEARCHES, DEVELOPMENTS, PATENTS

УДК 69

КУЗЬМИНА Вера Павловна, канд. техн. наук, директор ООО «КОЛОРИТ-МЕХАНОХИМИЯ»; Россия

KUZMINA Vera Pavlovna, Ph.D. in Engineering, Director of Open Company «COLORIT-MEHANOHIMIA»; Russian Federation

СВЯЗУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ

BINDING AGENTS FOR RECEPTION OF THE COMPOSITE NANOMODIFIED MATERIALS

Дан анализ патентной информации по связующим веществам для наномодифицированных композиционных материалов. Изобретения могут применяться в промышленном строительстве при возведении сооружений специального назначения.

The analysis of the patent information on binding agents for reception of the composite nanomodified materials is given. Inventions can be used in industrial construction at special purpose structures erection.

Ключевые слова: патент, изобретение, связующие вещества, композиционные наномодифицированные материалы.

Key-words: patent, invention, binding agents, composite nanomodified materials.

Известной проблемой при создании композиционных материалов, в том числе углепластиков на основе полиимидных связующих, является преодоление объективно существующего противоречия между высокой теплостойкостью и трещиностойкостью. Чем выше теплостойкость связующего, тем более хрупким и, следовательно, подверженным образованию трещин, становится композиционный материал. Актуальной задачей является поиск химических структур, позволяющих достичь компромиссного варианта, снижающего остроту указанного противоречия.

Ожидается ежегодное увеличение спроса на углепластик, составляющее 14–16%. Это объясняется освоением новых областей применения материала в дополнение к прежнему использованию в области спорта и в оборонном секторе. Новыми рынками сбыта, скорее всего, станет индустрия ветровых энергетических установок и мостовых конструкций.

Технический уровень изобретения прослеживается на нижеприводимых примерах.

Пример 1

Одно из первых известных, частично кристаллических плавких связующих было получено на основе полиимида марки LARC-TPI. Это связующее обладает существенным недостатком. При изготовлении композиционного материала после плавления LARC-TPI при 270–290°С и пропитки полученным расплавом наполнителя (углеродных волокон или ткани) и при последующем охлаждении заготовки (препрега) оно становится аморфным. В дальнейшем связующее практически не способно перейти в кристаллическое состояние в результате термического отжига препрега, если только дополнительно не обработано амидным растворителем [1].

Пример 2

Связующие на основе частично кристаллических плавких полиимидов марки LARC-CPI, LARC CPI-2, PI-2, могут перерабатываться в рас-

плаве и способны к дальнейшей рекристаллизации в композиционном материале [2]. Однако медленная скорость рекристаллизации указанных связующих, незначительная доля и неравномерное распределение повторно возникающих кристаллических структур в объеме связующего свидетельствуют о том, что их следует классифицировать скорее в качестве термопластичных, чем частично кристаллических связующих.

Пример 2

Полиимидное связующее для изготовления формовочных масс (молдингов) и композиция для их получения представляет собой суспензию, образованную введением в раствор ароматической полиэфирамидокислоты в амидном растворителе нерастворимых добавок – ароматических имидных олигомеров, бисимидов и неорганических добавок, например оксида титана [3]. Указанной композицией пропитывают углеродный наполнитель, полученные препреги высушивают и прессуют при температуре не ниже 300°С. В результате получают композиционный материал на основе частично кристаллического ароматического полиэфиримида. Введение нерастворимых добавок способствует ускорению рекристаллизации связующего в композите после заключительной термообработки. Недостатком известного связующего является неравномерное распределение нерастворимых добавок и, как следствие, различная степень кристалличности в объеме связующего. Композиционные материалы из-за этого подвержены трещинообразованию.

Пример 4

Исследования в работе [4] показали, что при приготовлении композиций LARC-CPI с нерастворимыми бисимидами также происходит неравномерное распределение частиц бисимида в полимерной матрице.

Пример 5

На основе частично кристаллического плавкого поли-{[4,4’-бис(4’’-N-фенокси)дифенил]имида 1,3-бис(3’,4-дикарбоксифенокси)бензола} и нерастворимых бисимидов [5] было получено полиимидное связующее для углепластиков.

Пример 6

Композиция для приготовления связующего представляет суспензию, образованную при введении в раствор соответствующей полиамидокислоты (ПАК) в амидном растворителе нерастворимых бисимидов в количестве до 4 мас.%, моделирующих строение элементарного звена или одного из фрагментов указанного полиимида – диаминного или диангидридного. Несмотря на сходность строения полимера и бисимидов, прослеживается та же тенденция, что и у приведенных выше примеров, то есть наблюдается неравномерное распределение бисимидов в препреге. Это приводит при последующей имидизации к различной степени кристалличности в объеме связующего в композиционном материале и к проявлению микродефектов (хрупких деформаций) при его эксплуатации.

Частично кристаллическое плавкое полиимидное связующее и композиция для его получения

Патент №2279452

Изобретение относится к частично кристаллическому плавкому полиимидному связующему, используемому при производстве термостойких композиционных материалов, применяемых в авиации, автомобиле- и судостроении, строительстве, а также в композиции для получения этого связующего.

Композиция частично кристаллического плавкого полиимидного связующего содержит следующее соотношение компонентов, мас.%: 12–23 поли-[4,4'-бис(4''-N-фенокси)дифенил]амидокислоты; 0,01–8 ароматического бисфтальимида или смеси ароматических бисфтальимидов; остальное – амидный растворитель. Композиция представляет собой раствор в амидном растворителе поли-[4,4'-бис(4''-N-фенокси)дифенил]амидокислоты на основе ароматической тетракарбоновой кислоты, выбранной из следующего ряда: 3,3',4,4'-дифенилоксидтетракарбоновая кислота, 3,3',4,4'-дифенилтетракарбоновая кислота, 1,3-бис(3',4-дикарбоксифенокси)бензол и растворимого в амидных растворителях ароматического бисфтальимида или смеси произвольного состава растворимых в амидных растворителях ароматических бисфтальимидов. Частично кристаллическое плавкое полиимидное связующее включает следующее соотношение компонентов, мас.%: 60–99,9 поли-[4,4'-бис(4''-N-фенокси)дифенил]имида и 0,1–40 ароматического бисфтальимида или смеси ароматических бисфтальимидов.

Изобретение позволяет создать полиимидное связующее, способное к рекристаллизации с воспроизводимой степенью кристалличности и с однородным распределением кристаллических структур, а также повысить теплостойкость и трещиностойкость композиционного материала на основе данного связующего.

---

1. Композиция частично кристаллического плавкого полиимидного связующего для композиционного материала представляет собой раствор в амидном растворителе поли-[4,4'-бис(4''-N-фенокси)дифенил]амидокислоты на основе ароматической тетракарбоновой кислоты, выбранной из ряда: 3,3',4,4'-дифенилоксидтетракарбоновая кислота, 3,3',4,4'-дифенилтетракарбоновая кислота, 1,3-бис(3',4-дикарбоксифенокси)бензол и растворимого в амидных растворителях ароматического бисфтальимида или смеси произвольного состава, растворимых в амидных растворителях ароматических бисфтальимидов, при следующем соотношении компонентов, мас.%:

Поли-[4,4'-бис(4''-N-фенокси)дифенил]амидокислота	12–23
Ароматический бисфтальимид или смесь ароматических бисфтальимидов	0,01–8
Амидный растворитель	до 100

2. Композиция по п.1 отличается тем, что в качестве ароматического бисфтальимида она включает соединение, выбранное из ряда: 4,4'-бис(фтальимидо-4''-N-фенокси)дифенилсульфон, 4,4'-бис(фтальимидо-4''-N-фенокси)дифенилпропан, бис(фтальимидо-4-N-фенилоксидифенилсульфон)[бис(4'-окси,4''-N-фенилимид) 1,3-бис(3',4-дикарбоксифенокси)бензола], бис(фтальимидо-4-N-фенилоксидифенилпропан)[бис(4'-окси,4''-N-фенилимид) 1,3-бис(3',4-дикарбоксифенокси)бензола].

3. Композиция по п.1 отличается тем, что в качестве амидного растворителя она включает N-метил-2-пирролидон, или N,N'-диметилацетамид, или N,N'-диметилформамид.

4. Частично кристаллическое плавкое полиимидное связующее на основе композиции по п.1 для композиционного материала включает поли-[4,4'-бис(4''-N-фенокси)дифенил]имид на основе ароматической тетракарбоновой кислоты, выбранной из ряда: 3,3',4,4'-дифенилоксид-

тетракарбоновая кислота, 3,3’,4,4’-дифенилтетракарбоновая кислота, 1,3-бис(3’,4-дикарбоксифенокси)бензол, и гомогенно распределенные в нем ароматический бисфтальимид, растворимый в амидных растворителях, или смесь произвольного состава ароматических бисфтальимидов, растворимых в амидных растворителях, при следующем соотношении компонентов, мас.%:

Поли-[4,4’-бис(4’’-N-фенокси)дифенил]амид	60–99,9
Ароматический бисфтальимид или смесь ароматических бисфтальимидов	0,1–40

5. Связующее по п.4 отличается тем, что в качестве ароматического бисфтальимида оно включает соединение, выбранное из ряда: 4,4’-бис(фтальимидо-4’’-N-фенокси)дифенилсульфон, 4,4’-бис(фтальимидо-4’’-N-фенокси)дифенилпропан, бис(фтальимидо-4’’-N-фенилоксидифенилсульфон) [бис(4’-окси,4’’-N-фенилимид) 1,3-бис(3’,4-дикарбоксифенокси)бензол], бис-(фтальимидо-4-N-фенилоксидифенилпропан)[бис(4’-окси,4’’-N-фенилимид) 1,3-бис(3’,4-дикарбоксифенокси)бензол].

Для успешного внедрения наноматериалов в строительство необходимо провести ряд работ:

- разработать нормативно-техническую документацию на термины и определения, стандартизующие основные понятия в сфере наноиндустрии для исключения подмены или неадекватного понимания процессов;
- ознакомиться с методами производства нанообъектов в строительстве, физико-химическими особенностями и способами их метрологического контроля в целях оценки соответствия;
- постоянно обобщать и систематизировать сведения о возможных путях производства и распространения наноматериалов, их воздействии на природные сообщества и организм человека;
- разработать методы контроля безопасного внедрения нанотехнологий и наноматериалов;
- организовать обучение специалистов строительной наноиндустрии, как личностей безопасного типа профессионального поведения.

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

Кузьмина В.П. Связующие вещества для получения композиционных наномодифицированных материалов // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2010, Том 2, № 2. С. 62–68. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_2_2010.pdf (дата обращения: __ _____ _____).

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

Kuzmina V.P. Nanoconcretes in construction. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2010, Vol. 2, no. 2, pp. 62–68. Available at: http://www.nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_2_2010.pdf (Accessed __ _____ _____). (In Russian).

Библиографический список:

1. *Hergenrother P.M.*, *Havens S.J.* Adhesive properties of LARC-CPI, a new semi-crystalline polyimide // SAMPE J. 1988. V. 24. №4. P. 13.
2. *Brandom D.K.*, *Wilkes G.L.* Study of the multiple melting behaviour of the aromatic polyimide LARC CPI-2 // Polymer. 1994. V. 35. №26. P. 5672–5677.
3. US 4906730, опубл. 06.03.1990.
4. *Muellerleile J.T.*, *Risch B.G.*, *Rodriges D.E.* Crystallization behavior and morphological features of LARC-CPI // Polymer. 1993. V. 34. №4. P. 789–806.
5. *Юдин В.Е.*, *Светличный В.М.*, *Губанова Г.Н.* и др. Частично кристаллические полиимиды в качестве связующих для углепластиков // Высокомолек. соед. Т. 44. 2002. №2. С. 257–267.
6. *Юдин В.Е.* и др. Частично кристаллические полиимиды в качестве связующих для углепластиков // Высокомолекулярные соединения. Том 44. 2002. №2. С. 257–267.

Контактная информация для переписки:
e-mail: kuzminavp@yandex.ru

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

В МИРЕ КНИГ

IN THE WORLD OF THE BOOKS

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА. НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ

SCIENTIFIC AND TECHNICAL LITERATURE. NANOMATERIALS AND NANOTECHNOLOGIES

Приведена информация о книгах по наноматериалам и нанотехнологиям, которые предлагает ООО «Техинформ».

Some information on the books proposed by the limited company «Techinform» in the sphere of nanomaterials and nanotechnologies is given.

Ключевые слова: наноматериалы, наномир, нано- и микрокристаллические материалы, нанотехнологии, нанообъекты, нанотрубки, наночастицы, наноформообразование, наноструктуры.

Key-words: nanomaterials, nanoworld, nano- and microcrystalline materials, nanotechnologies, nanoobjects, nanotubes, nanoparticles, nanoshaping, nanostructures.

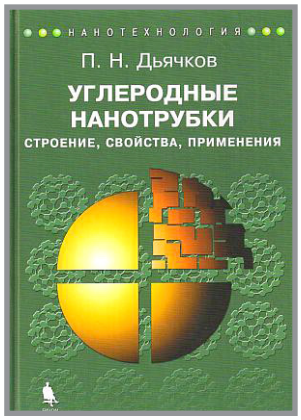
Основы прикладной нанотехнологии

А.А. Абрамян, В.И. Балабанов, В.И. Беклемышев, Р.В. Вартанов, И.И. Махонин, В.А. Солодовников

В монографии (2007 г., 208 стр.) представлены теоретические и практические основы нанотехнологий – процессы разделения, сборки и изменения материалов путем воздействия на них одним атомом или одной молекулой. В книге раскрыты базовые термины и определения, приведены исторические аспекты развития научного направления, рассмотрены основные области применения нанотехнологий. Издание включает подробное описание «эффекта лотоса» и «эффекта безызносности», технологии финишной антифрикционной безабразивной обработки (ФАБО), а также нанодобавок к топливно-смазочным материалам и других препаратов автохимии на основе нанотехнологий, которые находят все более широкое применение и позволяют значительно повысить надежность автомобильной и другой техники. Издание предназначено для профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и студентов технических вузов, инженерно-технического персонала автотранспортных и ремонтных предприятий, а также владельцев транспортных средств.

Углеродные нанотрубки: строение, свойства, применение (+CD)

П.Н. Дьячков



Материал книги (2006 г., 293 стр.) изложен в двух главах. Первая из них содержит рассеянную по многочисленным журнальным публикациям информацию о строении, свойствах и возможных применениях углеродных нанотрубок. Во второй главе представлены оригинальные результаты исследований автора в данной области – квантовохимические расчеты электронного строения нанотрубок с помощью методов сильной связи и линеаризованных присоединенных цилиндрических волн. Прилагаемый к книге CD-ROM содержит пакет авторских программ на языке ФОРТРАН по расчету электронной структуры нанотрубок и нанопроводов.

Для студентов, аспирантов физико-химических и инженерных специальностей, а также научных сотрудников.

Наноиндентирование и его возможности

Ю. Головин

В данном издании (2009 г., 312 стр.) описаны принципы, методы и средства для реализации испытаний и определения механических свойств материалов в наношкале, которые получили в последние годы большое распространение под общим названием «наноиндентирование». Рассмотрены информационные возможности этого большого и многофункционального семейства методов нано- и микромеханических испытаний. Рассмотрены различные аспекты и особенности поведения твердых тел в условиях сильно стесненной деформации, возникающей при локальном нагружении поверхности микронагрузкой. Описаны способы извлечения механических характеристик тонких приповерхностных слоев разнообразных материалов, пленок и многослойных покрытий при локальном нагружении. Особое внимание уделено физическим механизмам деформации и разрушения в этих условиях.

Книга адресована научным и инженерно-техническим работникам, занимающимся созданием, исследованием и аттестацией новых наноструктурных материалов и систем. Она также будет полезна студентам и аспирантам, обучающимся по направлениям нанотехнологии и наноматериаловедение.

Наноматериалы

С.В. Добаткин

Рассматриваются объемные металлические нано- и субмикрокристаллические материалы, полученные интенсивной пластической деформацией.

Учебное пособие (2007 г., 44 стр.) предназначено для студентов вузов, обучающихся по направлению «Металлургия».

Ультрадисперсные среды. Методы рентгеновской дифрактометрии для исследования наноматериалов

Э.Л. Дзидзигури, Е.Н. Сидорова

В книге (2007 г., 60 стр.) рассмотрены методы исследования нанодисперсных материалов с помощью рентгеновской дифрактометрии. В ходе изложения теоретических основ каждого из методов отмечены особенности рентгенограмм, которые встречаются при изучении наносред. Описанные аномалии проиллюстрированы экспериментальными данными. Учебное пособие написано в соответствии с учебным планом по курсам «Ультрадисперсные среды», «Физико-химия наноструктурированных материалов».

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальностям 150701 «Физико-химия процессов и материалов», 210602 «Наноматериалы», 200503 «Стандартизация и сертификация», 150105 «Металловедение и термическая обработка металлов», 150108 «Порошковая металлургия, композиционные материалы, покрытия», по направлению «Физика», а также студентов других специальностей, преподавателей, аспирантов и слушателей курсов повышения квалификации.

С полным перечнем литературы можно ознакомиться на сайте www.tbooks.ru

Помимо книг, представленных в магазине, Вы можете оставить заявку на интересующие издания, и Вам окажут помощь в их поиске и приобретении.

Контактная информация для переписки: e-mail: mail@tbooks.ru

Перечень требований к оформлению материалов и условия представления статей для публикации

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

1. **Авторы представляют рукописи в редакцию в электронном виде (по электронной почте e-mail: info@nanobuild.ru)** в соответствии с правилами оформления материалов, приведенными в ***Приложении 1*** (текстовой и графический материал).

2. Представляемые статьи должны соответствовать структуре, приведенной в ***Приложении 2*** (указание места работы всех авторов, их должностей, ученых степеней, ученых званий, название и аннотация статьи, ключевые слова должны быть на русском и английском языках, контактная информация для переписки – на русском языке).

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. Статья должна сопровождаться рецензией 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.

5. 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.

6. Плата с аспирантов за публикацию статей не взимается.

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

8. Авторы опубликованных материалов несут ответственность за достоверность приведенных сведений и за использование данных, не подлежащих открытой публикации. Редакция оставляет за собой право внесения редакторской правки. Редакция может опубликовать материалы, не разделяя точку зрения автора (в порядке обсуждения).

9. Аннотации статей, ключевые слова, информация об авторах будут находиться в свободном доступе в Интернете на русском и английском языках; полнотекстовые версии статей – в свободном доступе или доступными только для подписчиков не позднее, чем через год после выхода журнала.

10. Редакция не несёт ответственность за содержание рекламы и объявлений.

11. Перепечатка материалов из журнала возможна лишь 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.

Оформление текста 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.

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 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 варианте.
- 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.

Оформление модулей:

- Модули должны быть контрастными и иметь разрешение не менее 300 dpi (в формате .jpg).
- Размеры модулей, мм:
  1/1 – 170 (ширина) × 230 (высота);
  1/2 – 170 (ширина) × 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)*

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 и на русском языке)*

Контактная информация для переписки (на русском языке)

Контактная информация для переписки (на английском языке и на русском языке)*

* для авторов из-за рубежа

Приложение 3

Примеры оформления библиографических ссылок

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

1. Описание книги одного автора

Описание книги начинается с фамилии автора, если книга имеет не более трех авторов. Перед заглавием пишется только первый автор.

Борисов И.И. Воронежский государственный университет вступает в XXI век: размышления о настоящем и будущем. Воронеж: изд-во Воронеж. 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-ние, 1973. 376 с.

2. Описание книги четырех и более авторов

Описание книги начинается с заглавия, если она написана четырьмя и более авторами. Все авторы пишутся только в сведениях об ответственности. При необходимости их количество сокращают. Так же 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.

3. 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.

4. 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.

5. Описание статьи из непериодического сборника

Любомилова Г.В. Определение алюминия в тантапониобиевых минералах / Г.В. Любомилова, А.Д. Миллер // Новые метод, 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.

6. 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.

7. Описание диссертаций

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

8. Описание авторефератов диссертаций

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

9. 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.

10. 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 стандартов, 1981. 4 с.

11. 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; №ГР8005-7138; Инв. №5119699. М, 1981. 90 с.

12. Описание патентных документов

(обязательны только подчеркнутые элементы)

А. с. 1007970 СССР. МКИ[4] 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; заявлено 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; заявлено 17.04.78; опубл. 18.03.80. 3 с.

13. Описание электронных научных изданий

Иванов А.А. Синтетическая природа маски в актерском искусстве // Культура & общество: электрон. журн. М.: МГУКИ, 2004. № гос. регистрации 0420600016. URL: http://www.e-culture.ru/Articles/2006/Ivanov.pdf (дата обращения: 12.08.2006).

Петров Б.Б. Специфика косвенного налогообложения сделок купли-продажи цифровой продукции в США // Российский экономический интернет-журнал: электрон. журн. М.: АТиСО, 2002. № гос. регистрации 0420600008. URL: http://www.e-rej.ru/Articles/2006/Petrov.pdf (дата обращения: 30.05.2006).

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
Зам. главного редактора	Е.Д. Беломытцева
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

Электронное издание «Нанотехнологии в строительстве: 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.

Решение Президиума Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 февраля 2010 года № 6/6 (*www.vak.ed.gov.ru*)

Регистрационный номер издания, как средства массовой информации
Эл №ФС77 – 35813

Регистрационное свидетельство ФГУП НТЦ «ИНФОРМРЕГИСТР»
№283 (присвоен номер государственной регистрации 0421000108)

Учредитель и издатель журнала ООО «ЦНТ «НаноСтроительство»

Дата опубликования 19 мая 2010 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
Операционная система: Windows/Linux/Mac
Частота процессора: от 100 MHz и выше.
Оперативная память: 64Mb
Память на жестком диске: 20Mb
Необходимые программы:
Adobe Acrobat Reader 5.0 и выше
Internet-браузер, совместимый с вашей операционной системой