

II Международная научно-практическая online-конференция «Применение нанотехнологий в строительстве»



**II МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
ONLINE-КОНФЕРЕНЦИЯ**

**«ПРИМЕНЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»**

(29–30 СЕНТЯБРЯ 2010 г.)

**THE SECOND INTERNATIONAL THEORETICAL AND PRACTICAL
ONLINE-CONFERENCE**

**«APPLICATION OF NANOTECHNOLOGIES
IN CONSTRUCTION INDUSTRY»**

(29–30 SEPTEMBER 2010)

Научный Интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве» (www.nanobuild.ru) совместно с Интернет-порталом NanoNewsNet (www.nanonewsnet.ru) провели II Международную научно-практическую online-конференцию «Применение нанотехнологий в строительстве». В мероприятии приняли участие ведущие российские и зарубежные ученые, специалисты вузов, научно-исследовательских институтов и нанотехнологических центров, учреждений и предприятий, фирм-производителей продукции наноиндустрии.

II Международная научно-практическая online-конференция «Применение нанотехнологий в строительстве»

Scientific Internet-Journal «Nanotechnologies in Construction» (www.nanobuild.ru) and Internet-Portal NanoNewsNet (www.nanonewsnet.ru) jointly held the Second International Theoretical And Practical Online-Conference «Application of Nanotechnologies in Construction Industry». Leading Russian and foreign scientists, specialists of the universities, research institutes and nanotechnological centers, establishments and enterprises took part in this event.

Ключевые слова: online-конференция, нанотехнологии в строительстве, наноструктурирование, нанопокрyтия, нанодисперсные эмульсии и суспензии, наномодификаторы, нанотрубки, наноизоляционные покpытия, нанодобавки, нанобезопасность.

Key-words: online-conference, nanotechnologies in construction, nanostructuring, nanocoatings, nanodispersed emulsions and suspensions, nanomodifiers, nanotubes, nanoisolation coatings, nanoadditives, nanosafety.

Сопредседатели оргкомитета II Международной научно-практической online-конференции «Применение нанотехнологий в строительстве»:

Co-chair of organizing committee of the II International Theoretical and Practical Online-Conference «Application of Nanotechnologies in Construction Industry»:



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

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



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

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

II Международная научно-практическая online-конференция «Применение нанотехнологий в строительстве»

Организационный комитет

БАЖЕНОВ Юрий Михайлович – директор НОЦ по нанотехнологиям МГСУ, академик РИА, академик РААСН, доктор технических наук, профессор;

СОБОЛЕВ Константин, председатель Технического комитета ACI 236D Американского института бетона, адъюнкт-профессор факультета гражданского строительства и механики CEAS, Университе-та Висконсин-Милуокки, США, действительный член Мексиканской академии наук; доцент

УРХАНОВА Лариса Алексеевна, доктор технических наук, и.о. профессора кафедры «Производство строительных материалов и изделий», Восточно-Сибирский государственный технологический университет;

ФАЛИКМАН Вячеслав Рувимович, национальный делегат РИЛЕМ в Российской Федерации, член Бюро РИЛЕМ, первый заместитель председателя ТК 465 «Строительство» Росстандарта, профессор МГСУ

Conference committee

BAZHENOV Yury Mikhailovich – Director of MSUCE’s SEC on nanotechnologies, Academician of REA, Member of the RAACS, Doctor of Engineering, Professor;

SOBOLEV Konstantin – Chair of Technical Committee on Nanotechnologies in Concrete ACI 1236D of American Concrete Institute, Associate Professor of Department of Civil Engineering and Mechanics, University of Wisconsin-Milwaukee, USA, Full-Member of Mexican Academy of Sciences;

URKHANOVA Larisa Alekseyevna – Doctor of Engineering, Professor of department «Production of building materials and wares», East-Siberian State Technological University;

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

II Международная научно-практическая online-конференция «Применение нанотехнологий в строительстве» проводилась следующим образом. Организаторы запустили механизм online-конференции. Посетители сайтов (www.nanonewsnet.ru и www.nanobuild.ru) смогли задавать вопросы участникам конференции непосредственно на сайте www.nanonewsnet.ru, а также по электронной почте (e-mail: info@nanobuild.ru и e-mail: empirv@mail.ru). Оргкомитет обобщил вопросы и направил их участникам. Предлагаем Вашему вниманию ответы участников конференции на вопросы посетителей наших сайтов.

The Second International Theoretical and Practical Online-Conference «Application of nanotechnologies in construction industry» was carried out in the following way. Organizers launched online-conference. The visitors of the web sites (www.nanonewsnet.ru and www.nanobuild.ru) could ask participants questions directly at the web site www.nanonewsnet.ru and also by e-mail (info@nanobuild.ru and empirv@mail.ru). Organizing committee had summarized and sent the questions to participants to answer. We are glad to present you the Conference participants' answers to the questions of our website visitors.



ГУСЕВ Борис Владимирович,
 главный редактор
 электронного изда-
 ния «Нанотехноло-
 гии в строительстве:
 научный Интернет-
 журнал», Президент
 Российской и Между-

народной инженерных академий,
 член-корреспондент РАН, эксперт
 ГК «Роснанотех», доктор технических
 наук, профессор

Уважаемые коллеги!

*Каковы приоритетные направле-
 ния в области современных нанотех-
 нологий в отечественной и зарубеж-
 ной науке и практике?*

Сидоренко Ю.В., кандидат технических
 наук, доцент кафедры «Строительные мате-
 риалы» Самарского ГАСУ

С учетом того, что участники кон-
 ференции очень подробно ответили на
 этот и другие вопросы, мой ответ будет
 краток: наиболее эффективным направ-
 лением в настоящее время является
 накопление знаний и опыта в области
 получения нанодисперсных эмульсий
 и суспензий. Это позволяет разрабаты-
 вать принципы нанодиспергирования
 для получения нанодисперсных по-
 крытий и однородных нерасслаиваю-
 щихся эмульсий, которые могут стать
 первичными составляющими для ла-
 ков, красок и широкого ассортимента
 защитных материалов. Кроме того, на-
 нодисперсные эмульсии и суспензии –
 прекрасные модификаторы для круп-
 нотоннажных материалов.

Наноструктурировать желательно
 материалы массового применения: бе-
 тон, металл, композиционные мате-
 риалы на основе волокон (углеродных,

GUSEV Boris Vladimirovich,
 Editor-in-Chief of Electronic Edition
 «Nanotechnologies in Construction:
 A Scientific Internet-Journal»,
 President of Russian and International
 Academies of Engineering,
 Associate Member of RAS, Expert of
 SC «Rosnanotech», Doctor of
 Engineering, Professor

Dear colleagues!

*What are priority lines in the field of
 modern nanotechnologies in domestic
 and foreign science and experience?*

*Is it supposed to include researches
 on nanotechnologies in construction in a
 separate consolidating block within Rus-
 sian Corporation of Nanotechnologies?*

Sidorenko Y.V., Ph.D. in Engineering,
 Associate Professor of the Chair «Building
 materials», Samara State University of
 Architecture and Civil Engineering

Taking into consideration the fact that
 conference participants have already an-
 swered this question in details I'll give
 brief explanation. Today the most effi-
 cient direction is collecting knowledge
 and experience in producing nanodis-
 persed emulsions and suspensions. This
 allows developing principles of nano-
 dispersion of coatings and homogenous
 nonpeeling emulsions which may become
 initial components for lacquers, paints
 and wide range of protective materials.
 It's desirable to structure mass materi-
 als – concrete, metal, composite materi-
 als made on the basis of fibres (carbon,
 aramid, basalt and other). Realization of
 every priority direction depends on eco-
 nomic expediency of a certain case.

арамидных, базальтовых и других). Реализация каждого приоритетного направления зависит от экономической целесообразности в каждом конкретном случае.

Как главный редактор электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал», более подробно отвечу на вопросы, адресованные редакции.

Уважаемая редакция электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал»! Прошу ответить на три вопроса:

1. Включено ли издание в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки РФ, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук?

Борисов Т.Н., аспирант —
21.09.2010 19:03

Да, решением Президиума Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 февраля 2010 года № 6/6 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. Подробную информацию можно найти на официальном сайте Высшей аттестационной комиссии www.vak.ed.gov.ru. Кроме того из-

As an editor-in-chief of electronic edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» I'll answer questions addressed to the editors more fully.

Dear editors of electronic edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal»! Please, answer my three questions:

1. Is the edition included in the list of the Highest Certification Committee of Ministry of Education and Science of Russian Federation leading review journals and editions in which the basic results of Ph.D. and Doctoral Theses are to be published.

Borisov T.N., post-graduate student

Yes, according to the decision of Presidium of the Highest Certification Committee of Ministry of Education and Science of Russian Federation of 19 February 2009, № 6/6 The Electronic Edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» has been included in the list of the leading review journals and editions in which the basic results of Ph.D. and Doctoral Theses are to be published. See the details at the official web site www.vak.ed.gov.ru. Moreover the edition has been included in the system of the Russian Index of Scientific Citation, and is included in the International Periodic Editions database

дание включено в систему Российского индекса научного цитирования, внесено в Международную систему данных по периодическим изданиям, всё это особенно актуально для молодых специалистов, соискателей ученых степеней и званий, т.е. для всех, кого называют «кадровым резервом».

2. Каков порядок публикации материалов в издании?

Порядок публикации материалов в электронном издании «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» приведен в Перечне требований к оформлению материалов и условия представления статей для публикации, который можно найти в каждом номере издания и на сайте www.nanobuild.ru. Он следующий. Авторы представляют в редакцию:

- рукописи в электронном виде (по электронной почте info@nanobuild.ru) в соответствии с правилами оформления материалов, приведенными в *Приложении 1 Перечня требований* (текстовой и графический материал);
- сопроводительное письмо (редакция высылает авторам образец по их предварительному запросу);
- рецензию специалиста. Примерная структура рецензии приведена в *Приложении 4 Перечня требований*. 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 ре-

(IPEDB), and that is of great importance for young specialists, academic degrees and status candidates, e.g. for those who is called «staff reserve».

2. What is the procedure of materials publication in edition?

The procedure of material publication in electronic edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» is given in the issue «List of Requirements For Materials» which one can see in every issue of the edition on the website www.nanobuild.ru. Authors should present to the editors:

- manuscript in the form of electronic document (via e-mail: info@nanobuild.ru) according to the rules of materials publications given in *Appendix 1 of The List of Requirements* (text and graphic material);
- covering letter (the editors send the sample of the letter on preliminary authors' demand);
- specialist's review. Approximate structure of the review is given in *Appendix 4 of The List of Requirements* the reviews are accepted if they are signed by the specialist with Doctor degree relating to the theme of the article. The review sealed by official stamp of the organization in which a reviewer works is to be scanned and saved as a graphical file (.jpg format is preferred) and sent to publishing house in electronic form with the article. The editors give reviews on the articles on the demand of the authors and expert councils of High Certification Commission.

II Международная научно-практическая online-конференция «Применение нанотехнологий в строительстве»

цензии по запросам авторам рукописей и экспертным советам в ВАК.

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

Следует обратить внимание всех авторов на одну особенность: публикации в электронных научных изданиях учитываются при защите диссертаций (присвоении ученого звания) при условии указания в материалах аттестационного дела номера регистрации электронного издания в НТЦ «Информрегистр» и идентификационного номера публикации, присваиваемых НТЦ «Информрегистр». Номер регистрации издания на 2010 год – 0421000108, на 2011 год – 0421100108. Идентификационный номер публикации присваивается на основе представленных редакцией рецензий. Именно поэтому редакция обращает самое пристальное внимание на данный вопрос. Редакция высылает авторам справку НТЦ «Информрегистр» с идентификационным номером публикации. Кроме того, зарегистрированные публикации представлены в «Информационном бюллетене электронных научных изданий», размещенном на сайте НТЦ «Информрегистр» (<http://www.inforeg.ru>).

The given articles should meet the requirements of the structure described in *Appendix 2 of The List of Requirements*.

It is necessary to draw attention of the all authors to one detail. Articles published in electronic scientific editions are given proper weigh when defending a thesis (giving academic status) on conditions that the edition's registration number and article's identification number given by STC «Informregistr» are mentioned in the certification file. The edition's registration number for 2010 – 0421000108, for 2011 – 0421100108. And article's identification number is given when the editors present the review. That is why the editors pay great attention to this point. The editors send reference of STC «Informregistr» containing article's identification number to authors. Moreover the registered articles are published in the «Informational bulletin of electronic scientific editions» at the web site of STC «Informregistr» (<http://www.inforeg.ru>).



3. Какова тематика публикуемых в журнале материалов?

В Интернет-журнале «Нанотехнологии в строительстве» в статьях и в информационных блоках рубрик «Мероприятия», «Патентный обзор», «Научно-техническая литература», «Проекты РОСНАНО», «Наномероприятия в мире», «Зарубежный опыт», «В смежных отраслях» и других публикуется информация по различным вопросам нанотехнологий и nanoиндустрии:

- разработка теории формирования прочности и проницаемости наноструктурированных систем;
- проблемы применения наноматериалов и нанотехнологий в строительстве и строительных материалах;
- технологические принципы создания наноструктур (расплавы, золь-гелевый синтез и др.);
- создание новых функциональных материалов в строительстве и ЖКХ;
- разработка принципов перехода «беспорядок-порядок» при создании композитов с использованием синергетики и других подходов;
- изучение различных технологических принципов при создании наносистем в промышленном производстве;
- технологии измельчения минеральных частиц до наноразмерных уровней;
- технология перемешивания смесей с нанодисперсными частицами и методы их активации;
- модификация водных растворов различных наноразмерных добавок, используемых в строительстве и ЖКХ;
- исследования в области токсичности порошковых наноматериалов;
- металлическая арматура, модифицированная в процессе изготовления наноразмерными материалами;
- волокна углеродные, базальтовые с наноразмерными структурными характеристиками;
- бетоны и растворы, модифицированные наноразмерными добавками и др.

3. What are the themes of the materials published in edition?

In articles and in the information issues «Events», «Patent Review», «Scientific and Technical Literature», «RUSNANO Projects», «Nanoevents in the World», «Foreign Experience», «Allied Industries» of the electronic edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» information on different points concerning nanoindustry and nanotechnologies is published:

- nanostructured systems strength and penetrability formation theory development; the problems of application of nanomaterials and nanotechnologies in construction and building materials;
- technological principles of nanostructures creation (liquid melts, sol and gel synthesis); creation of new functional materials in construction and housing and communal services;
- development of transition principles «disorder-order» under creation of composites using synergetic and other approaches;
- study of different technological principles under creation of nanosystems in industrial production;
- technologies of grinding mineral particles to nanosized levels;
- technology of blending mixtures containing nanodispersed particles and methods of their activation;
- modification of aqueous solution of different nanosized additives used in construction and housing and communal services;
- research in powder nanomaterials toxicity area;
- metal reinforcement modified by nanosized materials during the manufacturing;
- carbonic and basalt fibers with nanosized structural characteristics;
- concretes and solutions modified by nanosized additives and etc.



ФАЛИКМАН
 Вячеслав Рувимович,
 национальный
 делегат РИЛЕМ
 в Российской Федера-
 ции, член Бюро
 РИЛЕМ, первый
 заместитель
 председателя ТК 465

«Строительство» Росстандарта,
 профессор МГСУ

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

В статье «Новые активные и умные стройматериалы на основе нанотехнологий» (<http://www.nanonewsnet.ru/...otekhnologii#...>) «Российского электронного Наножурнала» рассматривается достаточно широкий круг направлений стройиндустрии, в котором так или иначе могут быть задействованы нанотехнологии.

Скажите, есть ли какие-либо нормативные документы, регламентирующие использование нанотехнологий, и программные документы, где просматривалась бы системная позиция государства или отрасли в области строительных нанотехнологий? Или это некое нерегламентированное движение снизу, основанное лишь на коммерческой эффективности, желании «не отстать от конкурентов»?

Евгений Седых, строитель,
 г. Владивосток, — 20.09.2010 13:22

Вы совершенно правы. Процесс постепенной стандартизации, в отсутствие которой проникновение новых продуктов и технологий в реальную экономику будет существенным образом замедленно, в наноиндустрии имеет ключевое значение для ее становления.

The article «New active and smart building materials made on the basis of nanotechnologies» (nnn: <http://www.nanonewsnet.ru/...otekhnologii#...>) by Russian Nanojournal published in «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» was considered as a rather broad range of lines of building industry where somehow nanotechnologies could be employed.

Could you tell if there are some normative documents that regulate nanotechnologies application, and program documents which reflect state's or industry's system attitude to construction nanotechnologies?

Or, in contrary, is it non-regulated movement based only on commercial effectiveness, the desire for «to be as others competitors are»?

Evgenij Sedyh, construction engineer,
 Vladivostok

You are absolutely right. The process of gradual standardization in the nano-industry is of great importance for its development, otherwise the penetration of new products and technologies into real economy will be considerably slowed down. And there is no alternative for ac-

И здесь нет альтернативы активному взаимодействию с международными организациями по стандартизации и специализированными техническими комитетами профильных международных профессиональных объединений. Уже активно работают Технические комитеты CEN/BTWG 166 «Нанотехнологии», ISO/TC 229 «Стандарты в области нанотехнологий», Комитета ASTM E 56, Технические комитеты Американского национального института стандартов. Правда, первый такой опыт – разработку американского стандарта E 2456-06 «Терминология для нанотехнологий», в которой принимали участие и японские специалисты, нельзя признать вполне удачным. Помимо своей крайней лаконичности (стандарт содержит только 13 терминов и определений), документ отличается определенными внутренними противоречиями. Поэтому следует только поприветствовать и поддержать создание Технического комитета по стандартизации «Нанотехнологии и наноматериалы» ТК 441 при Росстандарте, а также инициативу Научно-исследовательского центра по изучению свойств поверхности, взявшему на себя труд подготовить национальный стандарт «Нанотехнологии. Термины и определения». В работе над этим стандартом принимал участие и ТК 465 «Строительство». Сегодня Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии работает над пересмотром действующих нормативных документов с целью снятия имеющихся в их тексте ограничений для применения новейших наномодифицированных строительных материалов. Публикации соответствующих извещений об этой работе можно найти на портале www.gost.ru.

tive cooperation with international organizations on standardization and with specialized technical committees of profile international vocational associations in this case. Technical committees CEN/BTWG 166 «Nanotechnologies», ISO/TC 229 «Standards in Nanotechnologies», Committee ASTM E 56, Technical committees of American National Institute of Standards and Technologies have been already working intensively. To be truth, the first experience – development of American standard E 2456-06 «Terminology for Nanotechnologies», by the way Japanese specialists also took part in this process, can't be considered as a completely successful one. Besides its extreme brevity (the standard contains only 13 terms and definitions), the document had certain inner contradictions. That is why one should greet and back the creation of Technical committee on standardization «Nanotechnologies and nanomaterials» TC 441 attached to Rosstandart, as well as initiative of Research Center on studying surface characteristics which undertook to prepare National standard «Nanotechnologies. Terms and definitions». TC 465 «Construction» also took part in the development of the standard. Today Federal Agency on Technical Regulation and Metrology is working over revision of present normative documents in order to remove the restrictions from the text and apply the newest nanomodified construction materials. You can see information relating to this work at the webportal www.gost.ru.

На сегодняшний день проблема борьбы с вирусами и бактериями приобрела глобальный характер. Много компаний-производителей предлагают свои решения, но, к сожалению, в ряде случаев они малоэффективны. Наиболее эффективными являются профилактические средства, которые обладают не только бактерицидными свойствами, но и пролонгирующим действием. Есть ли новые разработки, основанные на нанотехнологиях, в этой области? Имеются ли нанокраски и нанопокртия с антибактериальным эффектом? Насколько реально применение подобных продуктов в медицинских учреждениях для ремонтных работ?

Валерий, студент медицинского университета — 21.09.2010 12:46

Да, конечно. Наиболее часто применяют материалы с антибактериальным действием на основе фотокаталитического диоксида титана. После открытия в 1972 году фотосенсибилизирующего эффекта TiO_2 в процессах электролиза воды с образованием H_2 и O_2 фотокатализ TiO_2 -наночастицами изучают с точки зрения превращения солнечной энергии в химическую. Одна из главных целей использования этого эффекта – уничтожение вредных веществ и микроорганизмов в воде и атмосфере. В этом смысле наночастицы TiO_2 из-за своей химической стабильности, нетоксичности, высокой реакционной способности представляют собой практически идеальные высокоэффективные фотокатализаторы. Фотообразованные электроны и «дырки» в присутствии O_2 и H_2O генерируют активные кислородсодержащие частицы – O_2^- и OH -радикалы соответственно.

Today the problem of viruses and bacteria control became global. Many industrial manufacturers offer their solutions for this but unfortunately in some cases they are of low efficiency. The most effective preventives are those which have not only bactericidal action but also an extending one. Are there new developments based on nanotechnologies in this field? Are there nanopaints and nanocoatings with an antibacterial effect? How real is to apply similar products in medical institutions for repairs?

Valery, student of a medical university

Definitely, yes. The mostly used materials with antibacterial action are made on the basis of photocatalytic titanium dioxide. After 1972 when photosensitizing effect of TiO_2 in the processes of water electrolysis with formation of H_2 and O_2 was discovered photocatalysis with nanoparticles of TiO_2 is being studied from the standpoint of transformation of solar energy into chemical energy. One of the main targets of this effect application is to destroy harmful substances and microorganisms in the water and atmosphere. In this sense nanoparticles of TiO_2 due to their chemical stability, non-toxicity, and high reaction ability are practically ideal high-efficient photocatalysts. Photoformed electrons and «holes» when O_2 and H_2O are presenting generate active oxygen-containing particles – accordingly O_2^- - and OH -radicals.

TiO_2 – photocatalysts have considerable potential in oxidation of a wide range of organic materials including

TiO₂-фотокатализаторы обладают значительным потенциалом в окислении широкого ряда органических материалов, включая хлорированные органические соединения, в том числе диоксины, причем в процессах образуются безвредные соединения, такие как CO₂ и H₂O. При поглощении солнечной энергии или УФ-излучения такие системы эффективны даже при разбавленных концентрациях токсичных реактантов в атмосфере и воде, в том числе по отношению к микроорганизмам.

К настоящему времени достигнут большой прогресс при разработке строительных материалов, содержащих добавки TiO₂-наночастиц, таких, как краски, специальные цементы, строительные растворы, самоочищающиеся керамические плитки, материалы и конструкции, дорожные покрытия, воздухоочищающие материалы и конструкции, антибактериальные материалы и конструкции, составы и отделочные материалы для наружных и внутренних работ и т. д. Особенно распространено применение таких светочувствительных катализаторов при формировании самоочищающихся поверхностей за счет открытого явления супергидрофильности, что позволяет поддерживать их эстетический вид неизменным в течение продолжительного времени.

В качестве еще одного примера можно привести применение наночастиц серебра, обладающих уникальными бактерицидными свойствами. Бактерицидные свойства серебра известны издавна. Вспомнить же о них пришлось только сейчас, когда появились и стали широко распространяться штаммы бактерий, устойчивых к антибиотикам. В частности, большую опасность пред-

chlorinated organic compounds and dioxins, harmless compounds at that CO₂ and H₂O are formed in the processes. When absorbing solar energy or UV-radiation, such systems are effective concerning microorganisms and even if there are diluted concentrations of toxic reactants in the atmosphere and water.

By now great progress in development of construction materials containing TiO₂-nanoparticles additives such as paints, special cements, mortars, self-cleaning ceramic slabs, materials and structures, pavements, air-cleaning materials and structures, antibacterial materials and structures, compositions and finishing materials for interior and exterior works and etc. has been achieved. Especially such photosensitive catalysts are widely used when forming self-cleaning surfaces due to open phenomenon of superhydrophilicity that allows them to maintain aesthetic appearance in permanent state for a long time.

Another example is the use of silver nanoparticles having unique bactericidal characteristics. Bactericidal characteristics of silver have been known since the ancient times. But only now we have recollected them because the new cultures of antibiotic-resistant bacteria appeared and began to spread widely. Especially methicillin-resistant golden staphylococcus (MRSA) is of the great danger as generally people become infected with it in hospitals. According to specialists' data, mortality among people infected with MRSA exceeds 30%.

The size of silver nanoparticles varies from 10 to 30 nm. Researches showed that they kill up to 150 cultures of bacteria and other microorganisms within 30 minutes. For example, Bioni CS GmbH, Oberhausen provided three Moscow hospitals with coatings made on the

ставляет метициллин-резистентный золотистый стафилококк (MRSA), которым люди заражаются в основном в больницах. Смертность среди инфицированных MRSA, по свидетельству специалистов, превышает 30%.

Наночастицы серебра имеют размеры от 10 до 30 нм. Как показали исследования, в течение 30 мин они убивают до 150 видов бактерий и других микроорганизмов. Например, фирма Bioni CS GmbH из Оберхаузена поставила покрытие на наносеребряной основе в три московские клиники. Такое покрытие для стен обладает бактерицидным действием, препятствуя распространению заболеваний.

«Здоровые» экзопротезы (бактерицидные покрытия), салфетки, специализированная одежда, краски и другие наномодифицированные материалы стали доступными уже сегодня. В частности, специалисты Института прикладной нанотехнологии и Лаборатории триботехнологии разработали нанокпозиционные материалы на основе органоглин, модифицированных катаминами и наночастицами серебра. Разработку рецептуры и технологии производства таких покрытий проводили при непосредственном участии Реутовского экспериментального завода экзопротезов. Предполагается, что новое покрытие будут продавать в аптеках в виде бактерицидных бинтов, салфеток, пластырей, а также стерильных гипсовых медицинских бинтов. Кроме того, новую технологию можно применять при производстве защитной и лечебной одежды различного назначения.

Совместно со специалистами НПО «Фалько» и Института электрохимии им. А.П. Фрумкина РАН в вышеназванных организациях проводили ра-

nanosilver basis. Such coating for walls has bactericidal action preventing from diseases spreading.

«Healthy exoprosthesis» (bactericidal coatings), napkins, special clothes, paints and other nanomodified materials have already become available today. In particular, specialists of the Institute of Applied Nanotechnology and Laboratory of tribotechnology have developed nanocomposite materials on the basis of organic clay modified with catamine and silver nanoparticles. Reutov experimental prosthetics factory took part in the development of prosthetics receipt and production techniques. New coating is assumed to be sold in pharmacies in the form of bactericidal bandages, napkins, plasters as well as sterile plaster bandages. Moreover new technology can be applied in production of protective and medicinal clothes for different purpose.

Works on implementation of nanocomposites in production of paint-and-lacquer materials were hold jointly with specialists of SPO «Falko» and Frumkin Institute of Electro chemistry of RAS in the mentioned organizations. It was determined that addition of composite materials with silver nanoparticles into water-base paint raises its bioactivity. On the surfaces treated by such paint concentration of colon bacillus and legionella rapidly comes down (until total destruction within up to four hours). The uniqueness of the paints is multy-functional prolonged bioactivity (fungicidal, bactericidal). The paints not only protect coated surfaces from biodestruction (biocorrosion, putrefaction) but also give new prospects for interior design.

Today silver nanoparticles are actively used in cosmetics, health and beauty aids (tooth paste), disinfectants and etc.

II Международная научно-практическая online-конференция «Применение нанотехнологий в строительстве»

боты по применению нанокompозитов в производстве лакокрасочных материалов. Установлено, что добавление композиционных материалов с наночастицами серебра в вододисперсионную краску повышает ее биоактивность. На поверхностях, окрашенных такой краской, быстро снижается (до полной гибели в течение не более четырех часов) концентрация бактерий кишечной палочки и легионеллы. Уникальность красок – в комплексной пролонгированной биоактивности (фунгицидной, бактерицидной). Краски не только предохраняют покрываемые поверхности от биодеструкции (биокоррозии, гниения), но и открывают новые перспективы для дизайна интерьеров.

Наночастицы серебра сегодня активно используются в косметике, средствах гигиены (зубной пасте), дезинфицирующих средствах и т. д.

Уважаемые коллеги!

Расскажите, пожалуйста, о положительном опыте применения нанотехнологий в строительстве, об использовании нанотехнологического сырья для строительной индустрии.

Сергей Власов, инженер-строитель —
21.09.2010 19:01

Уважаемые коллеги!

Приведите, пожалуйста, примеры создания теоретических и практических основ применения нанотехнологий в материалах.

Карпов Владимир Николаевич,
доктор технических наук, профессор —
21.09.2010 19:03

Dear colleagues!

Tell us, please, about positive experience of implementation of nanotechnologies in construction and about use of nanotechnological raw materials in construction.

Sergei Vlasov, construction engineer

Dear colleagues!

Please, give some examples showing creation of theoretical and practical fundamentals for application of nanotechnologies in materials.

Karpov Vladimir Nikolaevich, Doctor
of Engineering, Professor —
21.09.2010 19:03

Уважаемые участники конференции!

Что Вы можете сказать о применении наномодификаторов в бетонных композициях, керамических и силикатных материалах?

Пронин С.Л., инженер-технолог —
21.09.2010 19:04

Уважаемые коллеги!

Каковы приоритетные направления в области современных нанотехнологий в отечественной и зарубежной науке и практике?

Сидоренко Ю.В., кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные материалы» Самарского ГАСУ — 21.09.2010 19:05

Уважаемые участники конференции!

Имеется ли у Вас информация о достижениях nanoиндустрии в области строительства за рубежом?

Гусаренко В.Н., преподаватель,
г. Оренбург — 21.09.2010 19:05

Обзорная статья по применению наноматериалов и нанотехнологий в строительстве была опубликована в Интернет-журнале «Нанотехнологии в строительстве» (№ 1–2, 2009). Перечень главных научно-исследовательских работ, выполняемых сегодня за рубежом в области строительных наноматериалов и нанотехнологий, достаточно широк и включает:

- Высокотехнологичные конструкционные материалы – наноструктурная модификация стали/металлов, керамики/стекла, полимеров, цемента/бетона, композитов через управление производственным процессом или использование наночастиц, нанотрубок и нанодобавок.

Dear participants of the conference!
What is your opinion about application of nanomodifiers in concrete compositions, ceramic and silicate materials?

Pronin S.L., mechanical engineer

Dear colleagues!

What are priorities in the field of modern nanotechnologies in domestic and foreign science and experience?

Sidorenko Y.V., Ph.D. in Engineering, Associate Professor of the Chair «Building materials», Samara State University of Architecture and Civil Engineering

Dear participants of the conference!
Do you have any information about achievements of nanoindustry in foreign construction?

Gusarenko V.N., lecturer, Orenburg

The review concerning application of nanomaterials and nanotechnologies in construction was published in Internet-journal «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» (№ 1–2. 2009). The list of the main researches being carried out today in foreign countries in the field of construction nanomaterials and nanotechnologies is rather broad and includes:

- High performance structural materials – nanostructural modification of steel/metals, ceramics/glass, polymers, cement/concrete, and composites through industrial process control or using nanoparticles, nanotubes or nanoaddmixtures.

II Международная научно-практическая online-конференция «Применение нанотехнологий в строительстве»

- Понимание явлений в наношкале-наноструктуре и их проявления в отношении макросвойств (например, в гидратации, усадке, старении и т. д.) с использованием новых методов.
- Функциональные тонкие пленки/покрытия, многократно повышающие качества материалов, например, их оптические, тепловые свойства, долговечность, истираемость, сопротивляемость воздействиям, обеспечивающие свойства самоочищаемости, препятствующие нанесению надписей на стены и т. д.
- Новые многофункциональные материалы и компоненты – изолирующие аэрогели, эффективные фильтры/мембраны и катализаторы, самозалечивающиеся материалы.
- Новые датчики, устройства и быстроедействующие приборы, обеспечивающие улучшенный контроль состояния конструкций и условий окружающей среды, а также способность самоприведения в действие.
- Энергетика для устойчивого развития, обеспечивающая охрану окружающей среды – новые топливные ячейки, энергоэффективное освещение, специальная изоляция и застекление, очистители загрязнений и т. д.
- Understanding phenomena at nano-scale – nanostructure and macro-properties relationship (e.g., hydration, shrinkage, deterioration, etc.) using new techniques.
- Functional thin films/coatings – much enhanced performance in, e.g. optical, thermal, durable, abrasion resistant, self-cleaning, anti-graffiti, etc.
- New multifunctional materials and components – isolating aerogels, effective filters/membranes and catalysts, self-repairing materials.
- New sensors, devices and smart instruments providing improved monitoring of structural and environmental conditions as well as self-actuating capability.
- Sustainable energy, environment application – new fuel cells, energy-efficient lighting, special isolating and glazing, pollutants cleaners, etc.

Многие международные профессиональные организации создали рабочие комитеты, комиссии и группы, активно работающие в этой сфере. Один из таких комитетов – ТС 197-NCM – был создан, например, Международным союзом экспертов и лабораторий в области строительных материалов, систем и конструкций (РИЛЕМ). Большой объем работ предусмотрен планами Технического комитета «Нанотехнологии в бетоне» ACI 236D Американского института бетона.

Many international vocational organizations created committees, commissions and groups actively working in this sphere. For example, one of them is TC 197-NCM – was founded by International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Systems and Structures (RILEM). Great scope of works is provided by the plans of Technical Committee «Nanotechnologies in Concrete» ACI 236D by American Concrete Institute.

The results of national and international researches were much discussed during three large international symposiums on nanotechnologies in construction (in 2003 – Paisley, Scotland, in 2005 – Bilbao, Spain and in 2009 – Prague, Czech Republic) and as well as during some international forums on nanoscience, nanomaterials and nanotechnologies.

Результаты национальных и международных исследований активно обсуждали на трех крупных международных симпозиумах по нанотехнологиям в строительстве (в 2003 г. – в Пэйсли, Шотландия, в 2005 г. – в Бильбао, Испания и в 2009 г. – в Праге, Чехия), а также на ряде международных форумов по нанонауке, наноматериалам и нанотехнологиям.

Современный прогресс в области нанотехнологий позволяет надеяться, что уже в наступившем десятилетии многие задачи, на сегодня представляющиеся фантастическими, будут успешно решены.

Свидетельством этому являются большие национальные проекты по развитию наноматериалов и нанотехнологий в строительстве, реализуемые в Европейском сообществе, США, Канаде, Австралии, Японии, Китае и ряде других стран.

Так, признавая огромный потенциал и важность нанотехнологий для строительного сектора, Европейская Комиссия в конце 2002 года одобрила финансирование Проекта GMA1-2002-72160 «NANOCONEX». Одна из главных задач указанного проекта – анализ современного состояния нанотехнологий в строительстве, оценка текущего развития, понимания будущего потенциала от применения нанотехнологий для строительства и построенной окружающей среды, а также разработка долгосрочной Дорожной карты «Нанотехнологии в строительстве» и поддержка соответствующей научной программы.

Modern progress in nanotechnologies let us hope that decade which has already come will see how the problems seeming incredible today will be successfully solved.

That is proved by the large-scale national projects on development of nanomaterials and nanotechnologies in construction being realized in European community, USA, Canada, Australia, Japan, China and some other countries.

Thus, late 2002 saw how European Commission having admitted great potential and importance of nanotechnologies for construction sector, approved financing of Project GMA1-2002-72160 «NANOCONEX». One of the main tasks of mentioned project is to analyze state-of-the art of nanotechnologies in construction, to evaluate current development and understanding future potential from the use of nanotechnologies in construction and in actual environment as well as to elaborate long-term Road map «Nanotechnologies in construction», and to support corresponding scientific program.



КАЛЮЖНЫЙ
 Сергей
 Владимирович,
 директор
 департамента
 научно-технической
 экспертизы,
 член правления
 ГК «Роснанотех»,

доктор химических наук, профессор

Сейчас широко рекламируется использование нанотехнологий в дорожном строительстве. Совместное предприятие «Уником», созданное РОСНАНО, должно производить наномодифицированные асфальтобетонные смеси. Когда в производстве используется мелкодисперсные порошки резины, то возникает вопрос – можно ли отнести такие балк-технологии к нанотехнологиям?

Известно, что при эксплуатации дорожного покрытия большое значение имеет морозостойчивость.

Действительно ли такие покрытия обладают повышенными характеристиками? Насколько изменяется цена таких покрытий? Анализировались ли отдалённые последствия их использования (вспомним влияние солей, которые в СССР использовались для ускорения работ при строительстве, а бетонные изделия впоследствии рассыпались раньше времени). Не будет ли и здесь подобных проблем? Спасибо.

Эдуард Абакумов, аспирант,
 г. Санкт-Петербург — 16.09.2010 11:58

Уважаемый Эдуард, спасибо за Ваши вопросы. Отвечу на них по пунктам:

1. «Можно ли отнести балк-технологии к нанотехнологиям?».

KALIUZHNIY
 Sergei Vladimirovich,
 Director of Scientific and Technical
 Commission of Experts,
 Board Member of SC «Rosnanotech»,
 Doctor of Chemistry, Professor

The use of nanotechnologies in road construction is being broadly advertised now. RUSNANO created joint enterprise «Unikom» to produce nanomodified blacktop blends. When fine disperse rubber powders are used in production there is always a question – can such bulk technologies be referred to nanotechnologies?

It is known that freeze resistance is of great importance when road is operated.

Do really such roads have improved characteristics? How much does their cost vary? Were the long-term results of their use (let's remember the influence of salt used in USSR in order to hasten the construction works and as a result concrete products came to ruin too soon) analyzed? Is it possible to have similar problems in this case?

Thank you!

Eduard Abakumov, post-graduate student,
 Saint-Petersburg

Dear Eduard, thank you for your questions. I'll answer its by points:

1. Can such bulk technologies be referred to nanotechnologies?

Вариантов получения мелкодисперсной резины достаточно много, продукт, получаемый в каждом из них, отличается как дисперсностью порошка, так и другими характеристиками, например, способностью смешения с битумом без варки, степенью к девулканизации и т. д. Поэтому все без исключения продукты отнести к нанотехнологиям нельзя.

Основной компонент упомянутого модификатора «Унирем» – активный порошок дискретно девулканизированной резины – получают путем переработки изношенных автопокрышек и/или отходов резинотехнических изделий методом высокотемпературного сдвигового измельчения (ВСИ) в специализированных установках – роторных диспергаторах. Данный метод измельчения синтетических и природных полимеров, полимерных композитов и их отходов был открыт в Институте химической физики АН СССР в начале 1980-х годов. Открытию метода предшествовали многолетние фундаментальные исследования пластического течения полимерных материалов в условиях экстремальных воздействий. Метод ВСИ основан на явлении множественного растрескивания материала и разрушения его на отдельные частицы в условиях интенсивного сжатия и одновременного деформирования сдвигом при оптимально высоких температурах (например, в температурном интервале предплавления кристаллических и аморфно-кристаллических материалов). При этом материал полностью разрушается и превращается в высокодисперсный порошок, характеризующийся высокой химической активностью, развитой поверхностью частиц и их мелкоблочной структурой.

– There are plenty of methods for manufacturing fine dispersed rubber and the product obtained in any method differs both in powder dispersion and other characteristics, for example, ability to be mixed with bitumen without welding, devulcanization degree and etc. Therefore all range of products can't be referred to nanotechnologies.

Concerning the mentioned modifier «Unirem», its basic component is active powder of discretely devulcanized rubber and it is produced through processing worn tire-covers and/or wastes of general mechanical rubber goods using method of high-temperature shear grinding (HTSG) in special plants – rotary dispersant. This method of grinding synthetic and natural polymers, polymer composites and their wastes was discovered in the Institute of Chemical Physics of USSR Academy of Sciences in the early 80-ies. The discovery was followed by long-term fundamental researches of plastic yielding of polymer materials under extreme conditions. The HTSG method is based on the phenomenon of material multiple alligating and its destruction into single particles under intensive pressing and simultaneous deformation through shear under optimal high temperatures (for example, within the interval of pre-melting temperature for crystal and amorphous and crystal materials). This provides that materials is completely destroyed and transformed into high dispersed powder being characterized by high chemical activity, developed surface of the particles and their modular structure. The scientists of Institute of Chemical Physics revealed that process of shear grinding of polymer materials including coarsely heterogenous mixtures (polymer-polymer mixtures, mixtures of thermoplasts and caoutchouc

Выполненные коллективом ученых ИХФ РАН исследования позволили установить, что процесс сдвигового измельчения полимерных материалов, в том числе грубогетерогенных смесей (полимер-полимерные смеси, смеси термопластов с каучуками и т. д.) сопровождается смешением компонентов смеси на микро- и наноуровне. В результате образуются порошковые композиты с очень высокой однородностью. Было установлено, что в полученных квазигомогенных смесях (полиэтилен – полипропилен, сэвилен – бутадиеновый каучук и т. д.) размер неоднородностей (агрегатов дисперсной фазы) не превышает 20–35 нм^{1, 2}.

Все это выгодно сказывается на характеристиках модификатора «Унирем». В 2005–2008 гг. его использовали на асфальтобетонных заводах для модификации асфальтобетонов (тип А и ЩМА) «сухим способом» (т. е. на этапе смешения битума с минеральными компонентами асфальтобетонной смеси, минуя стадию растворения модификатора в битуме). При этом необходимости применения других модификаторов, используемых обычно при производстве ЩМА, не возникло.

Наличие наноструктуры и появление связанных с этим функциональных характеристик позволяет отнести проект «Унирем» к области нанотехнологий.

and etc.) is accompanied by mixture components blending at micro- and nano-level. That results in forming of powder composites with a very high homogeneity. It was determined that the size of homogeneities (the aggregates size of disperse phase) doesn't exceed 20–35 nm^{1, 2} in obtained quasihomogenous mixtures (polyethylene-polypropylene, sevilenbutadiene rubber and etc.).

All that positively influences on the characteristics of «Unirem» modifier. In 2005–2008 it was used in asphalt concrete plants to modify asphalt concretes (type A and macadam and mastic asphalt) using «dry method» (i.e. at the stage when bitumen is mixed with mineral components of asphalt concrete mixture passing the stage of modifier dissolution in bitumen). At the same time there was no need to apply other modifiers traditionally used in production of macadam and mastic asphalt.

Presence of nanostructure, and consequent appearance of functional characteristics allow us to refer project «Unirem» to nanotechnologies.

¹ Филиппов В.В., Никольский В.Г., Жорин В.А. и др. Доклады АН СССР. 1985. Т. 284. № 3. С. 659–662.

² Компаниец Л.В., Красоткина И.А., Ерина Н.А. и др. Высокомолекулярные соединения. 1996. Сер. А. Т. 32. № 5. С. 792–798.

¹ Filippov V.V., Nikolsky V.G., Zhorin V.A., etc. Papers of USSR Academy of Sciences. 1985. V. 284. № 3, p. 659–662.

² Kompaniez L.V., Krasotkina I.A., Yerina N.A., etc. High-molecular compounds. 1996. Ser. A. V. 32. № 5, p. 792–798.

2. «Известно, что при эксплуатации дорожного покрытия большое значение имеет морозостойкость. Действительно ли такие покрытия обладают повышенными характеристиками?».

Асфальтобетон резко меняет свойства при воздействии температуры. В летний период интенсивность движения транспорта выше средней за год, а температура воздуха достигает наибольшего значения. При этом за счет поглощения тепла поверхность дорожного покрытия прогревается до 60–70°C. Поэтому свободный, неструктурированный битум начинает плавиться и покрытие размягчается. Ставший пластичным асфальтобетон деформируется от воздействия колес автомобилей. Размеры и вид деформаций зависят от температуры, времени воздействия деформирующих нагрузок, их интенсивности и величины. А так как асфальтобетон способен накапливать деформации, то в результате длительных временных воздействий нагрузок при соответствующих температурных условиях на покрытиях появляются продольные колеи и поперечные волны. При отрицательной температуре асфальтобетон становится упругим и даже хрупким. При быстрых переходах от положительной температуры к отрицательной в нем возникают растягивающие напряжения, и если скорость перепада превосходит скорость релаксации напряжений, то возникают поперечные трещины, число которых со временем увеличивается. Эти трещины располагаются поперек проезжей части через 6–8 м по длине дороги³.

³ Горельшев Н.В. Технология и организация работ строительства автомобильных дорог. – М.: Транспорт. 1992.

2. It is known that freeze resistance is of great importance when road is operated. Do really such roads have improved characteristics?

In fact, asphalt concrete rapidly changes its characteristics depending on temperature. Summer intensity of the traffic is more than average one during the year, and in summer the air temperature is the highest. Due to heat absorption pavement surface is heated to 60–70°C. Therefore free, unstructured bitumen begins to melt and pavement starts softening. Asphalt concrete which became plastic warps from car wheels. The sizes and types of deformation depend on temperature, period of deforming loads application, their intensity and value. As asphalt concrete is able to accumulate deformations, due to long-term temporary loads under certain temperature conditions lengthwise tracks and cross waves begin to appear on the pavement. Under negative temperature asphalt concrete becomes elastic and even fragile. When positive temperature rapidly changes for negative temperature tensile strengths appear in asphalt concrete and if the rate of the change exceeds the rate of tension relaxation then cross cracks appear and their number increases with time. These cracks run across the carriageway with the step of 6–8 m along the road³.

In 2005 modifier «Unirem» was used in repair works of the highway pavement M-10 «Russia» (Moscow – Saint-Petersburg). In the course of 2006–2008 paving state of the sections where the modifier

³ Gorelyshev N.V. Technology and organization of highway construction, Moscow. Publ. h. «Transport», 1992.

В 2005 г. модификатор асфальтобетона «Унирем» был использован при ремонте дорожного покрытия на автомагистрали М-10 «Россия» (Москва – С.-Петербург). В течение 2006–2008 гг. проводили исследования состояния покрытия на этих участках и на расположенных рядом контрольных участках, где при укладке асфальтобетона модификатор «Унирем» не использовали⁴.

В результате обследования в 2008 г. было установлено, что на участках, изготовленных с использованием модификатора «Унирем», после 3-х лет эксплуатации трассы разрушения покрытия в виде продольных трещин, сеток трещин, просадок, проломов, выбоин, волн, сдвигов, шелушения и выкрашивания, а также образования колеи выявлено не было⁵, в то время как на всех контрольных участках дороги, отремонтированных в 2005–2006 г. без применения модификатора «Унирем», выявлены существенные дефекты покрытия, в т.ч. наличие колеи глубиной до 8–9 см.

3. Насколько изменяется цена таких покрытий?

Стоимость единицы площади дорожного покрытия увеличивается, но не критично. Это увеличение многократно компенсируется более длительным сроком эксплуатации.

⁴ Отчет Центра метрологии, испытаний и сертификации по обследованию участков автодорог, расположенных по следующим адресам: а/д М-10 «Россия», 379–389 км, участок автомобильной дороги А-107 на территории поселка Митрополье Московской области. Москва, 2006.

⁵ Отчет Центра метрологии, испытаний и сертификации по обследованию а/д М-10 «Россия», 386–388 км, Москва, 2008, 17 с.

was used and nearby parts of the pavements where «Unirem» wasn't employed were monitored⁴.

As a result of the monitoring held in 2008 it was determined that after 3 years of highway operation there were no pavement destructions in the form of lengthwise cracks, crack nets, slums, breaks, pot-holes, waves, shifts, track formation, shelling and flaking on the parts made with application of «Unirem»⁵, at the same time there were considerable defects of pavement on the parts repaired in 2005–2006 without «Unirem» including tracks which depth was 8–9 sm.

3. How much does their cost vary?

The cost of one square unit of pavement increases but not much. This increase is compensated by the longer service life.

⁴ Report of the Center of Metrology, Tests and Certification on monitoring of the highways located at: highway M10 «Russia», 379–389 km, a part of A107 highway in the area of Mitropolie, Moscow region, 2006.

⁵ Report of the Center of Metrology, Tests and Certification on monitoring of the highway M10 «Russia», 386–388 km, Moscow, 2008, 17 p.

4. Анализировались ли отдалённые последствия их использования (вспомним влияние солей, которые в СССР использовались для ускорения работ при строительстве, а бетонные изделия впоследствии рассыпались раньше времени). Не будет ли и здесь подобных проблем?

Пятилетние натурные испытания – это достаточно яркий пример стабильности характеристик покрытия, хотя и не исчерпывающий. Тем не менее, фундаментальных предпосылок к возникновению технических проблем при использовании подобных материалов я не вижу. С одной оговоркой: если в процессе модификации битума резиновой крошкой действительно образуется композит, а не механическая смесь. В последнем случае добавление резиновой крошки к битуму может привести к негативным последствиям.

Уважаемые коллеги!

Приведите, пожалуйста, примеры создания теоретических и практических основ применения нанотехнологий в материалах.

Карпов Владимир Николаевич,
доктор технических наук, профессор —
21.09.2010 19:03

Уважаемый Владимир Николаевич, нанотехнологические подходы при создании материалов в настоящее время используются достаточно широко. Все их условно разделяют на два типа нанотехнологий: «сверху вниз» и «снизу вверх».

Тип «сверху вниз» – это технология получения наноструктурированных материалов, в которой нанометровый размер частиц достигается с помощью измельчения более крупных частиц,

4. Were the long-term results of their use (let's remember the influence of salt used in USSR in order to hasten the construction works and as a result concrete products came to ruin too soon) analyzed? Is it possible to have similar problems in this case?

Five-year field tests – are the striking example demonstrating stable characteristics of the coating though it doesn't explain everything. Nevertheless I don't see any fundamental prerequisites for emergence of technical problems when using similar materials. But there is a nuance, if only composite formation not mechanical blend really takes place during the process of modifying bitumen by rubber crumb. In the latter case addition of rubber crumb to bitumen may cause negative effects.

Dear colleagues!

Please, give some examples showing creation of theoretical and practical fundamentals for application of nanotechnologies in materials.

Karpov Vladimir Nikolaevich,
Doctor of Engineering, Professor —
21.09.2010 19:03

Dear Vladimir Nikolaevich, today nanotechnological approaches when creating materials are used quite widely. All they may be conventionally divided into two large groups: nanotechnologies of «top-down» type and «bottom-up» type.

The first one is a technology of producing nanostructured materials when nanometre size is obtained due to grinding of more coarse particles, powders or grains of solid body. Such methods include those used for production of com-

порошков или зерен твердого тела. К технологиям этого типа относятся, например, методы, применяемые для получения компактных наноматериалов и нанопорошков из объемных заготовок: кристаллизация аморфных сплавов; интенсивная пластическая деформация; электровзрыв; упорядочение твердых растворов и нестехиометрических соединений.

Тип «снизу вверх» – это технология получения наноструктурированных материалов, в которой реализуется образование наночастиц из атомов и молекул, т.е. достигается укрупнение исходных элементов структуры до частиц наноразмера.

К технологиям этого типа относятся методы, применяемые для получения изолированных наночастиц, нанопорошков и компактных наноматериалов: газофазный синтез с последующей конденсацией паров; плазмохимический синтез; осаждение из коллоидных растворов; химическое и физическое осаждение пленок и покрытий из паров (CVD и PVD), плазмы или жидких растворов на подложку; электроосаждение пленок и покрытий; термическое разложение (пиролиз); механосинтез; детонационный синтез.

Более подробно о большинстве из перечисленных нанотехнологических подходов, используемых при создании материалов, можно прочесть в нашем словаре, который доступен по ссылке <http://thesaurus.rusnano.com>.

В своё время много говорили о самоочищающихся покрытиях для текстиля, стекла, камня и т.п. Всё это даже можно было приобрести. Вот последняя статья про так называемый «эффект лотоса» ([ссылка здесь](#)), где говорится о большой эконо-

mic nanomaterials and nanopowders from volumetric raw materials: crystallization of amorphous alloys; intensive plastic deformation; electric blast; solid solutions and nonstoichiometric compounds ordering.

Nanotechnology of «bottom-up» type is a technology used for production of nanostructured materials when nanoparticles are formed from atoms and molecules i.e. initial elements of the structure are enlarged to the form of nanometre size particles.

Technologies of this type include methods used in production of isolated particles, powders and compact nanomaterials such as gaseous-phase synthesis with further vapor condensation; plasma-chemical synthesis; precipitation from the colloid solutions; chemical and physical vapor deposition of the layers and coatings (CVD and PVD), plasma and liquid solution deposition on the base; electric deposition of layers and coatings; thermal decomposition (pyrolysis); mechanochemical synthesis; detonating synthesis.

More information about most of nanotechnological approaches mentioned above and used in creating materials is given in our dictionary which is available at the link <http://thesaurus.rusnano.com>.

There was a time when self-cleaning coatings for textile, glass, stone and etc. was much spoken about. One could even bought all that. Here is the last article about so-called «lotus effect» ([link is here](#)) which considers great saving when exploiting for example buildings

мии при эксплуатации зданий, например, с самоочищающимися окнами. Это ведь действительно проблема, особенно для высотных зданий, которых в Москве много! Хотелось бы услышать о реальном использовании этих материалов, об их недостатках и достоинствах. Действительно ли они оправдывают заявленные характеристики?

Рыбаков Сергей Николаевич,
г. Москва — 16.09.2010 11:21

Уважаемый Сергей Николаевич. Вы правы, тема достаточно актуальная и бурно развивающаяся. На мой взгляд, на текущий момент наиболее распространённым материалом для изготовления самоочищающихся покрытий является оксид титана.

Механизм самоочищения базируется на двух явлениях:

1) высокой фотокаталитической активности оксида титана, приводящей к окислению органических соединений и монооксида азота, адсорбированных на поверхности оксида титана;

2) высоких гидрофильных свойствах оксида титана, наблюдающихся при его облучении. В результате вода с минеральными примесями не задерживается на поверхности стекла и удаляется (скатывается) что также приводит к наблюдаемому эффекту самоочищения.

В настоящий момент активно развиваются две технологии нанесения оксида титана:

— **нанесение плёнки оксида титана в процессе изготовления стекла.** Достоинством данного метода является высокая прочность покрытия — срок его службы совпадает со сроком службы стекла. Кроме того, метод позволяет защищать активный слой оксида титана от возможного отравления ка-

with self-cleaning windows. This is a real problem, especially for tall buildings which are in plenty in Moscow! I would like to know about real use of these materials, their advantages and disadvantages. Do they really prove claimed characteristics?

Rybakov Sergei Nikolaevich, Moscow

Dear Sergei Nikolaevich, you are right, this theme is quite of current importance and it dramatically develops. In my opinion today the most widely used material for production of self-cleaning coatings is titanium oxide.

The mechanism of self-cleaning is based on two phenomena:

1) high photocatalytic activity of titanium oxide leading to flowing of combustion of organic compounds and nitrogen single-oxide adsorbed on the titanium oxide surface;

2) high hydrophilous characteristics of titanium oxide revealing itself when titanium oxide is irradiated, as a result of that water with mineral admixtures doesn't stay on the glass surface and moves away (rolls back) and this also results in visible self-cleaning effect.

Today two technologies of titanium oxide laying are intensively being developed:

— **lying of titanium oxide in the glass production process.** The advantage of the method is a high coating strength — coating life time and glass life time are the same. Moreover, this method allows protecting active layer of titanium oxide from possible poisoning of alkali metal cations through application of the medium silica oxide layer. One should point

тионами щелочных металлов путём нанесения промежуточного слоя оксида кремния. Следует отметить, что слой оксида кремния сам по себе может производить позитивный эффект. Кроме того, преимуществом данного способа является возможность нанесения других слоёв, позволяющих улучшить свойства стекла, например, уменьшить теплопроводность. Себестоимость стекла при использовании этого метода увеличивается приблизительно на 30% ;

– **нанесение слоя оксида титана с помощью реагентов (жидких), содержащих диспергированные наночастицы оксида титана.** Преимуществом этого метода является возможность наносить покрытие не только на поверхность стекла, но также и на другие твёрдые поверхности. В настоящее время выпускают составы, предназначенные для нанесения на фасады домов, тротуары, изделия из пластмассы и т. д. Основными требованиями являются устойчивость покрытия к механическим и химическим воздействиям и время эффективной эксплуатации покрытия. В зависимости от типа поверхности, производители дают гарантию от 6 месяцев до 3-х лет. Себестоимость этого метода оценить по имеющимся данным затруднительно, поскольку время устойчивой работы покрытий зависит от условий эксплуатации и способа нанесения.

Следует отметить, что рассматривать описанные выше технологии как конкурирующие представляется нецелесообразным. Различия технологий говорят о том, что продукты в значительной степени нацелены на разные секторы рынка – первый метод перспективен только для производства стекла, второй – для защиты других материалов. В настоящее время успех того или ино-

out that the layer of silica oxide itself may cause positive effect. Moreover, another advantage of this method is that it's possible to apply another layers allowing improving the glass characteristics, for example, decrease of thermal conductivity. Cost price when this method is used increases by 30% ;

– **laying of titanium oxide using reagents (liquid) containing dispersed titanium oxide particles.** The advantage of the method is an opportunity to apply the coating not only on the glass surface but also on other solid surfaces. At present compositions for application on the building facades, pavements, plastic articles and etc. are produced. The main problem is a coating resistance to mechanical and chemical influences and as a result the effective service life of the coating. According to the type of the covered surface producers give guarantee from 6 months to 3 years. It is difficult to estimate the cost price of the method as the time of the stable operation of the coatings depends on the operation conditions and application means.

One should note that the technologies described above shouldn't be regarded as the competing ones. As it follows from the technologies differences, the products are mainly aimed at different market sectors – the first method is promising only for glass manufacturing and the second one is suitable for other materials protection. At present marketing and advertisement policies determine the success of any producer using the second method in manufacturing as the effectiveness of the product depends not only on the composition containing titanium oxide but also on the operation conditions, at the same time consumer may choose composition (object of «know-how») which is more suitable for his purposes taking into

го производителя продуктов по второй технологии определяется маркетинговой и рекламной политикой, поскольку эффективность продукта зависит не только от состава, содержащего оксид титана, но от условий эксплуатации, при этом потребитель может выбрать состав (являющийся объектом «ноу-хау»), наиболее подходящий для его целей, основываясь на личном опыте и опыте работы компании, производящей конкретный продукт.

Существуют технологии, альтернативные использованию оксида титана, в этом случае защищаемую поверхность покрывают тонким слоем полимеров (например, перфторполимеров) или органических веществ, аналогичных ПАВ, придающих поверхности гидрофобные свойства. В этом случае механизм защиты поверхности носит скорее физический характер, а эффект очищения за счёт ускорения химических реакций отсутствует.

consideration his own experience and the experience of the company producing the certain article.

There are other alternate technologies to the use titanium oxide, in this case protected surface is covered by thin layer of polymers (for example, perfluorocarbon polymers) or organic substances which are similar to surfactants giving the surface hydrophobic characteristics. In this case mechanisms of surface protection are likely to be physical in its character and self-cleaning effect due to chemical reactions acceleration will be absent.



БЕЛОВ
Владимир
Владимирович,
 доктор технических
 наук, профессор,
 проректор
 по научной работе,
 зав. кафедрой ПСК,
 Тверской

государственный технический
 университет

Приведите, пожалуйста, примеры создания теоретических и практических основ применения нанотехнологий в материалах.

Карпов Владимир Николаевич,
 доктор технических наук, профессор

Что Вы можете сказать о применении наномодификаторов в бетонных композициях, керамических и силикатных материалах?

Пронин С.Л., инженер-технолог

Быстрый прогресс строительного материаловедения и строительной индустрии в условиях рыночной экономики и выход на передовые позиции возможен только на базе современных наукоемких и высоких технологий. Такие технологии должны обеспечивать высокое качество продукции, ее экологическую безопасность, эффективное использование сырья, экономию ресурсов. Создание высоких технологий возможно только с использованием последних достижений физики, химии и других фундаментальных наук. На сегодняшний день наиболее перспективны нанотехнологии. Объекты нанотехнологии и наноструктур занимают промежуточную область между миром отдельных атомов, управляемых квантовой меха-

BELOV
Vladimir Vladimirovich,
Doctor of Engineering, Professor,
Vice-rector for Science,
Head of the Chair of Building Products
and Structures Manufacture
Tver State Technical University

Please, give some examples showing creation of theoretical and practical fundamentals for application of nanotechnologies in materials.

Karpov Vladimir Nikolaevich, Doctor of Engineering, Professor — 21.09.2010 19:03

Dear participants of the conference! What is your opinion about application of nanomodifiers in concrete compositions, ceramic and silicate materials?

Pronin S.L., mechanical engineer

Dramatic progress in construction science of materials and building industry within market economy and occupation of top positions are possible only with implementation of modern high technologies. These technologies should provide high quality of production, its ecological safety, effective use of raw materials, resources saving. Creation of high technologies is possible only when applying the latest achievements of physics, chemistry and other fundamental sciences. Nanotechnologies are the most promising today. The objects of nanotechnology and nanostructures occupy the middle position between the world of single atoms controlled by quantum mechanics and microcosm described in different continual theories (elasticity theory, theory of hydrodynamics and other).

никовой и микромиром, описываемым в рамках различных континуальных теорий (упругости, гидродинамики и др.).

Известно, что характерной чертой нанобъектов является их двойственная природа. С одной стороны они достаточно большие, в отличие от отдельных атомов и молекул, чтобы быть просто квантовой системой, и слишком маленькие, чтобы о квантовых эффектах можно было полностью забыть. Большую роль в создании и использовании наноструктурированных объектов играют процессы самоорганизации веществ на атомно-молекулярном уровне, позволяющие создавать уникальные объекты без внешнего влияния. Таким образом, образование таких структурированных объектов не может быть случайным. Это позволяет определить нанотехнологические процессы с ясным физическим смыслом в отличие от произвольно-эмпирического «метрического» их определения размерным уровнем частиц. При этом к нано- или ультрадисперсным материалам относят среды или материалы, которые характеризуются настолько малым размером морфологических элементов, что он соизмерим с одной или несколькими фундаментальными физическими величинами этого вещества (изменение периодов кристаллической решетки и др.). По мере того, как размер зерен или частиц становится все меньше и меньше, все большая доля атомов оказывается на границах или свободных поверхностях. Так, при размере структурных единиц 6 нм и толщине поверхностного слоя в один атом почти половина атомов будет находиться на поверхности. Так как доля поверхностных атомов в наноматериалах составляет десятки процентов,

It's known that the characteristic of nanoobjects is their dual nature. On the one hand they are big enough against single atoms and molecules to be simply quantum system and too small to allow us to forget completely quantum effects. The processes of substances self-organization at atom-molecule level play great role in creation and use of nanostructured objects. These processes allow creating unique objects without external influence. Thus, formation of such structured objects can't be random. This allows us to determine nanotechnological processes with clear physical sense in contrast to their determination through random and empirical «metric» way using size of the particles. At the same time environments or materials characterized by so small size of morphological element that it can be weighted to one or several fundamental values of this substance (changes of lattice periods and etc.) are often referred to nano- or ultradispersed materials. As the size of grains or particles becomes smaller, more atoms occupy borders or free surfaces.

For example, when the size of structural units is 6 nm and the thickness of surface layer is one atom almost a half of the atoms will be on the surface. As the part of surface atoms in nanomaterials is tens of per cents, there are clear demonstrations of all characteristics of surface states the division of properties into volumetric and surface properties to a certain extent may be considered as a conventional one. Developed surface affects both lattice and electronic subsystems. Anomalies appear in behavior of electrons, quasi-particles (phonons, plasmons, and magnons) and in some elementary agitations, which in contrast to massive materials results in changes of ultradispersed systems physical proper-

ярко проявляются все особенности поверхностных состояний, и разделение свойств на объемные и поверхностные приобретает в какой-то мере условный характер. Развитая поверхность оказывает влияние как на решеточную, так и на электронную подсистемы. Появляются аномалии поведения электронов, квазичастиц (фононов, плазмонов, магнонов) и других элементарных возбуждений, которые, по сравнению с массивными материалами, влекут за собой изменения физических свойств ультрадисперсных систем. Поведение наноматериалов часто определяется процессами на границе частиц или зерен. Например, нанокерамика может пластически деформироваться достаточно заметно за счет скольжения по границам. Эта сверхпластичная деформация находится в сильном противоречии с хрупким поведением, ассоциирующимся с обычной керамикой. Из-за большого количества границ и, как следствие, большого количества коротких диффузионных расстояний, нанометаллы и нанокерамика используют как твердофазный связующий агент для соединения вместе других (иногда разнородных) крупнозернистых материалов. Есть сведения, что некоторые виды нанокерамики обладают исключительно низкой теплопроводностью. Это позволяет использовать их в качестве теплозащитных покрытий. Уменьшение размера зерна металла с 10 мкм до 10 нм дает повышение прочности примерно в 30 раз. Добавление нанопорошков к обычным порошкам при прессовании последних приводит к уменьшению температуры прессования, повышению прочности изделий. При диффузионной сварке использование между свариваемыми деталями тонкой прослойки нанопорошков соот-

ветствует поведению наноматериалов часто определяется процессами на границе частиц или зерен. Например, нанокерамика может пластически деформироваться достаточно заметно за счет скольжения по границам. Эта сверхпластичная деформация находится в сильном противоречии с хрупким поведением, ассоциирующимся с обычной керамикой. Из-за большого количества границ и, как следствие, большого количества коротких диффузионных расстояний, нанометаллы и нанокерамика используют как твердофазный связующий агент для соединения вместе других (иногда разнородных) крупнозернистых материалов. There is information that some kinds of nanoceramics have only low thermal conductivity. That allows us to use them as a heat-proofing coating. If the size of metal grain is reduced from 10 μm to 10 nm, strength will increase almost 30 times. Addition of nanopowders to ordinary powders when pressing latter results in pressing temperature decrease and product strength increase. Under diffusion welding the use of thin layer made from nanopowders of proper composition between welded parts allows welding heterogeneous materials including some metal alloys which are difficult to weld as well as reducing temperature of diffusion welding.

Nanoparticles and nanopowders are more admissible for modifying technology and building material properties, such particles and powders are the first generation of products employing nanotechnologies already used in industries.

Nanodispersed powder technology – a controlled process of creating nanodimensional objects with specified properties by changing temperature, pressure, composition of gas environment, reagent concentration and process rate. The processes resulting in formation of nano- or ultradispersed structures – are crystallization, recrystallization, phase transfor-

ветствующего состава позволяет сваривать разнородные материалы, в том числе некоторые трудносвариваемые сплавы металла с керамикой, а также снижать температуру диффузионной сварки.

Более приемлемыми для модифицирования технологии и свойств строительных материалов оказываются наночастицы и нанопорошки, которые представляют собой первое поколение продуктов с использованием нанотехнологий, освоенных промышленностью.

Технология нанодисперсных порошков – это контролируемый процесс создания наноразмерных объектов с заданными свойствами путём изменения температуры, давления, состава газовой среды, концентрации реагентов и скорости процесса. Процессы, в результате которых происходит формирование нано- или ультрадисперсных структур – это кристаллизация, рекристаллизация, фазовые превращения, высокие механические нагрузки, интенсивная пластическая деформация, полная или частичная кристаллизация аморфных структур. Выбор метода получения наноматериалов определяется областью их применения, желательным набором свойств конечного продукта. Характеристики получаемого продукта – гранулометрический состав и форма частиц, содержание примесей, величина удельной поверхности – могут колебаться в зависимости от способа получения в весьма широких пределах. Так, в зависимости от условий получения, нанопорошки могут иметь сферическую, гексагональную, хлопьевидную, игольчатую формы, аморфную или мелкокристаллическую структуру. Методы получения ультрадисперсных материалов разделяют на

mations, high mechanical loads, intensive plastic deformation, full or partial crystallization of amorphous structures. The selection of nanomaterial production method is determined by the field of their application, desirable set of characteristics of the end product. Characteristics of the end product – grain-size composition and shape of the particles, impurity content, and value of specific surface area – can vary widely depending on production method. Thus according to production conditions nanopowders can be of spherical, hexagonal, flake, needle shape, amorphous or fine crystalline structure. Methods of production of ultradispersed materials are divided into chemical, physical, mechanical and biological methods.

Chemical methods of synthesis involve different reactions and processes including processes of precipitation, thermal decomposition (pyrolysis), gaseous-phase chemical reactions, reduction, hydrolysis, electric precipitation. Regulation of the rate of formation and new phase nucleuses growth is conducted through changing ratio of reagents quantity, satiety degree as well as process temperature. As a rule chemical methods are multistage and include a set consisting of the processes and reactions mentioned above. The matter of the method is that different metal compounds are precipitated from their saline solutions with the help of precipitators. The product of precipitation is metal hydroxides. Alkaline solutions of sodium, potassium and other substances are used as precipitants. Through regulating pH and solution temperature, one provide conditions under which crystallization rate increases and high dispersed hydroxide forms. Using this method it's possible to obtain powders of spheric, needle, platelike or

химические, физические, механические и биологические.

Химические методы синтеза включают различные реакции и процессы, в том числе процессы осаждения, термического разложения или пиролиза, газофазных химических реакций, восстановления, гидролиза, электроосаждения. Регулирование скоростей образования и роста зародышей новой фазы осуществляется за счет изменения соотношения количества реагентов, степени пресыщения, а также температуры процесса. Как правило, химические методы – многостадийные и включают некий набор из вышеназванных процессов и реакций. Способ заключается в осаждении различных соединений металлов из растворов их солей с помощью осадителей. Продуктом осаждения являются гидроксиды металлов. В качестве осадителя используют растворы щелочей натрия, калия и другие. Регулируя pH и температуру раствора, создают условия, при которых повышается скорость кристаллизации и образуется высокодисперсный гидроксид. Этим методом можно получать порошки сферической, игольчатой, чешуйчатой или неправильной формы с размером частиц до 100 нм.

Нанопорошки сложного состава получают методом соосаждения. В этом случае в реактор подают одновременно два или более растворов солей металлов и щелочи при заданной температуре и перемешивании¹. В результате получают гидроксидные соединения нужного состава. Способ гетерофазного взаимодействия осуществляют путем ступенчатого нагрева смесей твердых

awkward shape with particle size up to 100 nm.

Nanopowders of complex composition are produced by coprecipitation method. In this case two or more solutions of metal and alkali salts are driven simultaneously into reactor under specified temperature and mixing. As a result hydroxide compounds of required composition are produced. The method of heterophase interaction is conducted by stepped heating of solid metal salt mixtures with alkali solution, that is accompanied by oxide suspension formation and further metal reduction. In this way metal powders with particle size within 10–100 nm are produced. Gel-method means that insoluble metal compounds are precipitated from the water solutions in the form of gels. The next stage is metal reduction. This method is used in production of powders of iron and other metals. The method of reduction and thermal dissolution usually is the next operation after the stage when ultradispersed oxides or hydroxides have been already obtained, and the next operation – precipitation and drying. As reducing agents, depending on the type of required product, gaseous reducing agents are used – as a rule, they are hydrogen, carbon oxide or solid reducing agents. Nanopowders of Fe, W, Ni, Co, Cu and some other metals are produced when the oxides of these metals are reduced with hydrogen. Carbon, metals or metal hydrides are used as solid reducing agents. This method is applied to produce nanopowders of the following metals: Mo, Cr, Pt, Ni and other. The size of particles is usually within the limit 10–30 nm. The stronger reducing agents are metal hydrides – usually calcium hydride. In this way Zr, Hf, Ta, Nb nanopowders are produced. In some cases nanopowders are produced by dissolu-

¹ Новые материалы. Колл. авторов. Под научной редакцией Ю.С. Карабасова. М: МИСИС. 2002. 736 с.

солей металлов с раствором щелочи с образованием оксидной суспензии и последующим восстановлением металла. Таким способом получают металлические порошки с размером частиц в пределах 10–100 нм. Гель-метод заключается в осаждении из водных растворов нерастворимых металлических соединений в виде гелей. Следующая стадия – восстановление металла. Этот способ применяется для получения порошков железа и других металлов. Способ восстановления и термического разложения – обычно это следующая операция после получения в растворе ультрадисперсных оксидов или гидроксидов с последующим осаждением и сушкой. В качестве восстановителей, в зависимости от вида требуемого продукта, используют газообразные восстановители – как правило, водород, оксид углерода или твердые восстановители. Нанопорошки Fe, W, Ni, Co, Cu и ряда других металлов получают восстановлением их оксидов водородом. В качестве твердых восстановителей используют углерод, металлы или гидриды металлов. Таким способом получают нанопорошки металлов: Mo, Cr, Pt, Ni и др. Как правило, размер частиц находится в пределах 10–30 нм. Более сильными восстановителями являются гидриды металлов – обычно гидрид кальция. Так получают нанопорошки Zr, Hf, Ta, Nb. В ряде случаев нанопорошки получают путем разложения формиатов, карбонатов, карбониллов, оксалатов, ацетатов металлов в результате процессов термической диссоциации или пиролиза. Так, за счет реакции диссоциации карбониллов металлов получают порошки Ni, Mo, Fe, W, Cr. Путем термического разложения смеси карбониллов на нагретой подложке получают полиметаллические

tion of formates, carbonates, carbonyls, oxalates, metal acetates, as the result of thermal dissociation and pyrolysis processes. Due to dissociation of metal carbonyls nanopowders of Ni, Mo, Fe, W, Cr are produced. Multimetal films are produced through thermal dissociation of carbonyls mixture on the heated base. Nanopowders of metals, oxides as well as metal and oxide mixtures are produced using metals formate pyrolysis. Powders of metals including Mn, Fe, Ca, Zr, Ni, Co, their oxides and metal oxide mixtures are produced using this method.

Physical methods. Methods of evaporation (condensation) or gaseous-phase synthesis of metal nanopowders production are based on evaporation of metals, alloys and oxides with their further condensation in reactor under controlled temperature and atmosphere. Phase transitions vapour-liquid-solid body or vapour-solid body occur in reactor or on the surfaces of cooled underlying surface or sides. The matter of the method is that initial substance evaporates through intensive heating, and then it is transmitted with the help of gas-carrier into reaction space where it is rapidly cooled. Heating of the evaporated substance is conducted with the help of plasma, laser, electric arc, resistance furnace, induction method and wires energizing. Crucibleless evaporation is also possible. Depending on the type of initial materials and obtained product evaporation and condensation are conducted in vacuum, rare gas, gas or plasma flow. Size and shape of particles depend on process temperature, atmosphere content and pressure in reaction space. In the helium atmosphere particles will have larger size than in the atmosphere of argon – more dense gas. Ni, Mo, Fe, Ti, Al powders are produced with this method. The size of particles

пленки. Нанопорошки металлов, оксидов, а также смесей металлов и оксидов получают путем пиролиза формиатов металлов. Таким способом получают порошки металлов, в том числе Mn, Fe, Ca, Zr, Ni, Co, их оксидов и металлооксидных смесей.

Физические методы. Способы испарения (конденсации) или газофазный синтез получения нанопорошков металлов основаны на испарении металлов, сплавов или оксидов с последующей их конденсацией в реакторе с контролируемой температурой и атмосферой. Фазовые переходы пар–жидкость–твердое тело или пар–твердое тело происходят в объеме реактора или на поверхности охлаждаемой подложки или стенок. Сущность способа состоит в том, что исходное вещество испаряется путем интенсивного нагрева, с помощью газа-носителя подается в реакционное пространство, где резко охлаждается. Нагрев испаряемого вещества осуществляется с помощью плазмы, лазера, электрической дуги, печей сопротивления, индукционным способом, пропусканием электрического тока через проволоку. Возможно также бестигельное испарение. В зависимости от вида исходных материалов и получаемого продукта, испарение и конденсацию проводят в вакууме, инертном газе, потоке газа или плазмы. Размер и форма частиц зависят от температуры процесса, состава атмосферы и давления в реакционном пространстве. В атмосфере гелия частицы будут иметь меньший размер, чем в атмосфере аргона – более плотного газа. Таким методом получают порошки Ni, Mo, Fe, Ti, Al. Размер частиц при этом – десятки нанометров. В свое время появился, а в дальнейшем утвердился способ получения наноматериалов путем электрического взрыва

is tens of nanometers. Another method of producing nanomaterials is electric explosion of wires (conductors). In this case wires (diameter 0,1–1,0 mm) made of metal serving as a matter for powder to be produced are placed between electrodes in reactor. Then impulse of high-tension current (10^4 – 10^6 A/mm²) is supplied at electrodes, at the same time instantaneous initial heating and evaporation of wires take place. Vapor of metal scatters, refrigerates and condenses. The process runs in the atmosphere of helium or argon. Nanoparticles precipitate in reactor. This method is used to produce metal (Ti, Co, W, Fe, Mo) and oxide (TiO₂, Al₂O₃, ZrO₂) nanopowders with particle size up to 100 nm.

Mechanical methods include methods of grinding materials in mechanical way in mills of different types – spherical, planetary, centrifugal, vibration, hydroscopic instruments, attritors and simoloyer. Attritors and simoloyers are high energy grinding instruments with stationary body – drum with mixers transmitting motion to balls in drum. Attritors have vertical position of drum and simoloyers – horizontal one. Pounding of material with grinding balls in contrast to other types of pounding instruments runs mainly not due to blow but abrasion mechanism. The volume of drums in plants of these types is 400–600 l. Metals, ceramics, polymers, oxides and fragile materials are pounded in a mechanical way. Degree of pounding depends on the type of material. For tungsten and molybdenum oxides the size of milled particles is about 5 nm, and for iron – it is about 10–20 nm. Mechanosynthesis or mechanical alloying are a sort of mechanical pounding, when during the grinding process materials interact with each other and a new milled material of another

проволок (проводников). В этом случае в реакторе между электродами помещают проволоки металла, из которого намечается получение нанопорошка, диаметром 0,1–1,0 мм. На электроды подают импульс тока большой силы (104–106 А/мм²). При этом происходит мгновенный разогрев и испарение проволоки. Пары металла разлетаются, охлаждаются и конденсируются. Процесс идет в атмосфере гелия или аргона. Наночастицы оседают в реакторе. Таким способом получают металлические (Ti, Co, W, Fe, Mo) и оксидные (TiO₂, Al₂O₃, ZrO₂) нанопорошки с крупностью частиц до 100 нм.

К механическим методам относятся способы измельчения материалов механическим путем в мельницах различного типа – шаровых, планетарных, центробежных, вибрационных, гироскопических устройствах, атриторах и симолойерах. Атриторы и симолойеры – это высокоэнергетические измельчительные аппараты с неподвижным корпусом – барабаном с мешалками, передающими движение шарам в барабане. Атриторы имеют вертикальное расположение барабана, симолойеры – горизонтальное. Измельчение материала при помощи размалывающих шаров, в отличие от других типов измельчающих устройств, происходит главным образом не за счет удара, а по механизму истирания. Емкость барабанов в установках этих двух типов достигает 400–600 л. Механическим путем измельчают металлы, керамику, полимеры, оксиды, хрупкие материалы. Степень измельчения зависит от вида материала. Так, для оксидов вольфрама и молибдена получают крупность частиц порядка 5 нм, для железа – порядка 10–20 нм. Разновидностью механического измельчения является

composition is produced. Nanopowders of doped alloys, intermetalliles, silicides and age-hardened composites with grain size 5–15 nm are produced using this method. The particular advantage of the method is that due to interdiffusion in solid state it's possible to obtain «alloys» of the elements which mutual dissolubility when using liquid-phase methods is a negligible small. The positive point of mechanical grinding methods is comparative easy plants and technologies, ability to pound different materials and produce alloy powders as well as to produce material in large amount. Disadvantages of the method include a possibility to dirty the powder being pounded by abrasion materials, problems of producing powders with short range of particle size distribution, difficulties of controlling product composition during pounding process. Production of particles using either of the methods described above shows another characteristic – tendency to form particle combinations called aggregates and agglomerates. When determining particle size it's necessary to distinguish the size of single particles (crystallites) from the size of their combinations. The difference between aggregates and agglomerates is not clear. It's considered that crystallites in aggregates are more strongly tied together and have less intercrystallite porosity than in agglomerates. Problem concerning nanoparticles aggregation appears in their compaction. For example, when compacting aggregated powder by baking in order to obtain certain material density the grosser particle combinations are in powder, the higher temperature is required. In this connection during development of nanopowders production methods one still seeks means for total or partial elimination of nanoparticles combination formation. For

механосинтез или механическое легирование, когда в процессе измельчения происходит взаимодействие измельчаемых материалов с получением измельченного материала нового состава. Так получают нанопорошки легированных сплавов, интерметаллидов, силицидов и дисперсноупрочненных композитов с размером частиц 5–15 нм. Уникальным достоинством способа является то, что за счет взаимодиффузии в твердом состоянии здесь возможно получение «сплавов» таких элементов, взаимная растворимость которых при использовании жидкофазных методов пренебрежимо мала. Положительной стороной механических способов измельчения является сравнительная простота установок и технологии, возможность измельчать различные материалы и получать порошки сплавов, а также возможность получать материал в большом количестве. К недостаткам метода относятся возможность загрязнения измельчаемого порошка истирающими материалами, а также трудности получения порошков с узким распределением частиц по размерам, сложности регулирования состава продукта в процессе измельчения. При получении наночастиц любым методом проявляется еще одна их особенность – склонность к образованию объединений частиц. Такие объединения называют агрегатами и агломератами. При определении размеров наночастиц необходимо различать размеры отдельных частиц (кристаллитов) и их объединений. Различие между агрегатами и агломератами не является четко определенным. Считается, что в агрегатах кристаллиты более прочно связаны и имеют меньшую межкристаллитную пористость, чем в агломератах. Проблема, связанная с агрегированием наночастиц,

instance, when producing nanopowders by condensation from vapor phase accurate control over nanoparticles formation temperature proved to be expedient. Elimination of water from some stages of synthesis to decrease agglomeration degree turned out to be effective measure in chemical methods. One uses also methods of reducing contact between particles through their coating which is deleted before compaction. Nevertheless particle aggregation and agglomeration make it complex to produce composite materials.

Great mechanical affords or other physical and chemical impacts, for example, ultrasound dispersion of nanoparticles agglomerates in environment of surface active agents are required when producing raw mixture with nanomodifiers as well as when increasing temperature (when baking) is also required to overcome agglomeration force.

Nanopowders having small sizes and great specific surface (up to 400 square meters per gram) show nontraditional properties, which are different from properties of initial materials: decreased melting temperature and heat of evaporation, ionization energy; special optical, electric and magnetic characteristics; increased dissolubility and physical and chemical activity, all that gives them high catalytic, modifying properties and reactionary ability.

In fact described nanopowders and nanoparticles are the only things being implemented in traditional production of building materials. Inclusion of nanocomponents in such technologies in order to improve them and materials properties doesn't transform these materials into «nanomaterials» and «nanoproducts».

возникает при их компактировании. Например, при компактировании агрегированного порошка путем спекания для достижения определенной плотности материала требуются температуры тем выше, чем более крупные объединения наночастиц имеются в порошке. В этой связи при разработке методов получения нанопорошков продолжают поиски мер для исключения или уменьшения степени образования объединений наночастиц. Так, в методах получения нанопорошков путем конденсации из паровой фазы оказалось целесообразным точное регулирование температуры образования наночастиц. В химических методах оказывается эффективным исключение воды из некоторых стадий синтеза для уменьшения степени агломерирования. Используются также методы уменьшения контакта между частицами путем их покрытия (капсулирования), которое перед компактированием удаляется. Тем не менее, агрегирование и агломерирование наночастиц осложняет получение композитных материалов. Требуются большие механические усилия или иные физико-химические воздействия, например, ультразвуковое диспергирование агломератов наночастиц в среде поверхностно-активных веществ при приготовлении сырьевой смеси с наномодификаторами, а также повышение температуры (при спекании), чтобы преодолеть силы агломерирования.

Нанопорошки, обладая малыми размерами и большой удельной поверхностью (до 400 м²/г) проявляют нетрадиционные свойства, отличные от свойств исходных материалов: пониженную температуру плавления и теплоту испарения, энергию ионизации; отличительные оптические, электрические

II Международная научно-практическая online-конференция «Применение нанотехнологий в строительстве»

и магнитные свойства; повышенную растворимость и физико-химическую активность, придающие им высокие каталитические, модифицирующие свойства и реакционную способность.

Этими нанопорошками и наночастицами, по существу, и ограничивается применение нанотехнологий в производстве строительных материалов и изделий, производимых по традиционным технологиям. Включение в них наноконпонентов с целью усовершенствования этих технологий и свойств материалов на их основе не превращает их в «наноматериалы» и «наноизделия».



СОБОЛЕВ
 Константин,
 председатель
 Технического коми-
 тета по нанотехно-
 логиям в бетоне ACI
 236D Американского
 института бетона,
 адъюнкт-профессор

факультета гражданского
 строительства и механики CEAS,
 Университета Висконсин-Милуокки,
 США, действительный член
 Мексиканской академии наук, доцент

SOBOLEV Konstantin,
 Chair of Technical Committee
 on Nanotechnologies in Concrete ACI
 1236D of American Concrete Institute,
 Associate Professor of Department
 of Civil Engineering and Mechanics,
 University of Wisconsin-Milwaukee,
 USA, Full-Member of Mexican
 Academy of Sciences

*На сайте www.nanonewsnet.ru
[http://www.nanonewsnet.ru/...
 chuyu-krasku](http://www.nanonewsnet.ru/...chuyu-krasku) в начале этого года
 была информация о чудо-краске,
 обладающей сверхтермоизоли-
 рующими и шумопоглощающими
 свойствами. Встречалась также и
 разгромная критика данного строи-
 тельного материала.*

*Расскажите, пожалуйста, о подоб-
 ных материалах подробнее. Реально
 ли достижение значительных гради-
 ентов падения температуры в та-
 ких тонких слоях? Действительно
 ли они существуют и работают?
 Сколько это может стоить? Дума-
 ется, что данное направление, если
 оно подкреплено реальными дости-
 жениями, для нашей страны может
 быть крайне интересным.*

Спасибо.

Валерий Николаевич, инженер,
 г. Архангельск — 09.09.2010 21:25

Действительно, такие материалы
 были разработаны в рамках косми-
 ческой программы Национального управ-
 ления США по аэронавтике и исследова-
 нию космического пространства (NASA)

*At the beginning of this year the
 website www.nanonewsnet.ru [http://
 www.nanonewsnet.ru/...chuyu-krasku](http://www.nanonewsnet.ru/...chuyu-krasku)
 published information about miracle
 paint with super thermo and sound in-
 sulating characteristics. But there was
 also destructive criticism of this mate-
 rial.*

*Tell us, please, about similar mate-
 rials in details. Is it possible to obtain
 considerable temperature decrease gra-
 dients in a such thin layers? Do they
 really exist and work? How much may
 it cost? This direction is thought if it is
 proved by real achievements may be very
 interesting for our country.*

Thank you.

Valery Nikolaevich, engineer,
 Arkhangelsk

In fact, such materials have been de-
 veloped for the space program of the
 National Aeronautics and Space Ad-
 ministration (NASA) in Ames Research
 Center. These products are composed of

в Научно-исследовательском центре им. Эймса. Они представляют собой продукты на основе сложной смеси стеклянных (натриево-боросиликатных) или керамических огнеупорных микросфер, наполненных инертным газом или вакуумированных в процессе производства. Микросферы с толщиной стенки 1/10 их диаметра, которые выглядят, как тончайшая мука или тальк (их размер сравним с толщиной человеческого волоса – 50–100 мкм), негорючи, имеют исключительную химическую устойчивость, прочность на сжатие около 30 МПа и температуру размягчения около 1800°C. Фактически микросферы представляют собой высокоэффективный «мини-термос». Отсюда их основные области применения – термоизоляция, повышение огнестойкости и коррозионной стойкости в сильноагрессивных средах. Чаще всего используют композитную керамическую краску, с помощью которой можно термоизолировать емкости и терминалы с нефтепродуктами, обеспечить тепло- и влагоизоляцию теплопроводов, трубопроводов, теплопунктов, технологического оборудования. Покрытия применяются также для отделки фасадов и стен внутри помещений. После нанесения материала поверхность при толщине покрытия 0,3 мм имеет высокий коэффициент отражения в низкотемпературной инфракрасной области и в области видимого излучения.

Сегодня на базе микросфер многие компании производят продукцию общегражданского назначения: готовые к применению термокраски, мелкоштучные изделия для облицовки и футеровки, добавки для ряда строительных материалов. Например, хорошо известна продукция американской фирмы Hi-Tech Thermal Solutions (Мельбурн, Флорида), **TERMO-SHIELD** Europa AG

(sodium-borosilicate) or ceramic fire-resistant microspheres filled with inert gas or vacuumized during the production process. Microspheres which side thickness is 1/10 of their diameter look as the finest flour or talc (with size compared with the thickness of human hair – 50–100 μm). Such microspheres are inflammable, have exceptional chemical resistance, compressive strength of about 30 MPa and softening temperature of about 1800°C. Actually, microspheres work as a highly effective «mini thermos». Advanced properties of such microspheres determine their fields of application: such as thermal insulation, improvement of refractoriness and corrosion resistance in strongly aggressive environments. Composite ceramic paint is the most common application. This paint provides thermal insulation of tanks and petroleum terminals and also can be used for thermal insulation and waterproofing of water supply systems, pipe lines, substations, technological equipment. Coatings are used also for finishing of facade and interior walls. The surface being coated with 0,3 mm layer has high reflection coefficient in low temperature infrared and light spectra.

Today many companies use microspheres to manufacture construction materials: ready to use thermopaints, small articles for finishing and brick-lining, additives for building materials. For example, there are well-known products of American firm Hi-Tech Thermal Solutions (Melbourn, Florida), **TERMO-SHIELD** Europa AG (Germany), «Ceramozol» (Ukraine) and some other manufactures. According to manufacturer's specifications, thermopaints can be used in construction for facade, interior and roof painting, inner and outer thermo-insulation of buildings providing the re-

(Германия), «Керамоизол» (Украина) и других производителей. По их данным, термолкраски можно использовать в строительстве для окраски фасадов, интерьеров и крыш, термоизоляции внутри и снаружи зданий, при этом сокращение расходов на отопление и кондиционирование зданий составляет около 30%.

Интересно отметить, что близкое по сути техническое решение, но на основе полых корундовых микрофибр, было предложено в 1985 году профессорами МИСИ/МГСУ Ю.П. Горловым и А.П. Меркиным, которые работали в рамках космической программы бывшего СССР.

Уважаемые коллеги!

Расскажите, пожалуйста, о положительном опыте применения нанотехнологий в строительстве, об использовании нанотехнологического сырья для строительной индустрии.

Сергей Власов, инженер-строитель —
21.09.2010 19:01

Уважаемые участники конференции!

Что Вы можете сказать о применении наномодификаторов в бетонных композициях, керамических и силикатных материалах?

Пронин С.Л., инженер-технолог —
21.09.2010 19:04

Уважаемые участники конференции!

Имеется ли у Вас информация о достижениях nanoиндустрии в области строительства за рубежом?

Какой эффект может дать использование нанотехнологий в строительстве и ЖКХ?

Гусаренко В.Н., преподаватель,
г. Оренбург — 21.09.2010 19:05

duction of heating and conditioning costs about 30%.

It is interesting to point out that back in 1985, professors of MISI/MGSU Y.P. Gorlov and A.P. Merkin while working on the space program of the former USSR offered very similar technical solution for heat-insulative materials based on the hollow-core corundum microfibres.

Dear colleagues!

Tell us, please, about positive experience of implementation of nanotechnologies in construction and about use of nanotechnological raw materials in construction.

Sergei Vlasov, construction engineer

Dear participants of the conference!

What is your opinion about application of nanomodifiers in concrete compositions, ceramic and silicate materials?

Pronin S.L., mechanical engineer

Dear participants of the conference!

Do you have any information about achievements of nanoindustry in foreign construction?

What effect can be achieved when using nanotechnologies in construction housing and communal services?

Gusarenko V.N., lecturer,
Orenburg

Тогда как наука о нанотехнологиях весьма молода, сами агрегаты и объекты, имеющие наноразмеры, существовали на Земле столько же, сколько существует на планете жизнь. Так, было доказано, что исключительные механические свойства таких биоматериалов, как кости или раковины моллюсков объясняются присутствием нанокристаллов соединений кальция. Например, нанокомпозитный по своей сути материал раковин моллюсков, называемых морскими ушками, состоит из наноразмерных частиц карбоната кальция, связанных между собой клеящим составом на основе смеси белков. Этот тип наноструктур обеспечивает чрезвычайно высокую прочность и ударную вязкость, которой отличаются раковины моллюсков благодаря взаимосвязанным наноблокам карбоната кальция, обеспечивающим блокирование трещин и рассеивание энергии. С давних времен человечество пользовалось наноматериалами при производстве стекла. Самые прогрессивные последние достижения – это синтез новых форм углерода: фуллерен (C_{60}) и углеродные нанотрубки. Изменения свойств за счет применения наномодификаторов делают возможным успешное развитие улучшенной каталитической способности, регулируемой чувствительности к определенной длине волны, разработку улучшенных пигментов и красок со свойствами самоочистки и самовосстановления. Наночастицы используют для улучшения механических свойств пластиков и резин, они помогают достичь повышения прочности режущих инструментов и повышения гибкости керамических материалов. Например, была зафиксирована гибкость нанофазовой керамики – титановой и алюминиевой, полученной

While the science on nanotechnologies is rather young, nanosized objects have been existing on the Earth as long as the life itself exists on the planet. Thus, it was proved that special mechanical properties of such biomaterials as bones and abalone shells are explained by the presence of nanocrystals of calcium. For example, nanocomposite material of abalone shells consists of nanosized calcium carbonate particles connected with each other by adhesive consisting of protein mixture. This type of nanostructures provides extremely high strength and impact resistance due to crack arrest and energy dispersion. From ancient times mankind has been using nanomaterials in glass production. The most advanced achievements are related to the synthesis of new carbon forms: fullerene (C_{60}) and carbon nanotubes. Unique change in properties characteristic to nanomaterials makes it possible to develop new products with improved catalytic ability, controlled sensibility to the certain wave length, improved pigments and paints with self-cleaning and self-healing. Nanoparticles are used to improve mechanical properties of plastics and rubber; they enable us to increase the strength and ductility of ceramic materials. For example, nanophase ductile ceramics were produced through consolidation of ceramic particles of titanium and aluminum. New nanomaterials made of metals and silicon/germanium oxides demonstrate superplasticity, withstanding tension from 100 to 1000% up to break. Nanoparticles of silicon dioxide (nano-silica) can be used as an additive for high strength and self-consolidating concrete, thus considerably improving workability and strength. One of the first commercial nanoadditives for concrete is Gaia, was developed by the company SciTechCo-

путем консолидации керамических наночастиц. Новые наноматериалы на основе металлов и оксидов кремния и германия демонстрируют суперпластичность, выдерживая растяжение от 100 до 1000% до разрыва. Наночастицы диоксида кремния (нанокремнезем) можно использовать как добавку для высокопрочного и самоуплотняющегося бетона, значительно улучшая его удобоукладываемость и прочность. Одна из первых коммерческих нанодобавок для бетона – Гаиа (Gaia), была разработана компанией «СиТехКогносибль» (SciTechCognoscible) с целью заменить микрокремнезем. Этот продукт поступает на рынок в жидком виде, что помогает обеспечить однородное распределение наночастиц SiO₂ в бетоне. Его применение при дозировке 1,3% (по массе в сухом состоянии) обеспечивает повышение прочности бетона на сжатие в возрасте от 7 до 28 суток примерно в два раза.

В ближайшие годы можно ожидать развития новых нанотехнологий и нанопродуктов, относящихся к технологии бетонов:

- Катализ для синтеза и ускорения гидратации обычных цементов.
- Добавки для супертонкого помола и механохимической активации цементов.
- Вяжущие с наночастицами, наностержнями, нанотрубками (включая одностенные нанотрубки), наномортизаторами, наносистемами или нанопружинами.
- Вяжущие с улучшенными наномоделированными внутренними связями между продуктами гидратации.
- Вяжущие, модифицированные наночастицами полимеров, их эмульсиями или полимерными нанопленками.

гносцибле в order to substitute microsilica. This product is available in the liquid form and this helps uniformly distribute SiO₂ nanoparticles in concrete. The application of this product at a dosage of 1,3% (by cement weight) provides up to 100% increase of compressive strength in the age of 7–28 days.

The development of new nanotechnologies and nanoproducts related to concrete technology can be expected:

- Catalysis for synthesis and acceleration of ordinary cements.
- Additives for super-fine grinding and mechano-chemical activation of cement.
- Binding materials with nanoparticles, nano-rods, nano-tubes (including single-wall nanotubes), nano-shock-absorbers, or nanosprings.
- Binding materials with improved bonds between the cement hydrates.
- Binding materials modified with polymer nanoparticles, their emulsions or polymer nano-films.
- Biomaterials (such as imitating structure and properties of abalone-shells)
- Composites made of cement, reinforced with new fibers with nanotubes as well as with fibers with nanocoatings (in order to improve bond, corrosion resistance, give new characteristics such as electro-conductivity and some other new properties).
- New generation of superplasticizers for «total workability control» and significant reduction of water demand.
- Materials made of cement with high strength and toughness.
- Binding materials with controlled moistening degree and controlled process of microcracks formation.
- Cement based materials with modified nano- and microstructure for extremely high durability.

II Международная научно-практическая online-конференция «Применение нанотехнологий в строительстве»

- Биоматериалы (включая имитирующие структуру и свойства раковин моллюсков).
- Композиты на основе цемента, армированные новыми волокнами с нанотрубками, а также волокнами с наноболочками (для улучшения связей, коррозионной стойкости, придания новых свойств материалу, таких как электропроводности и т.п.).
- Новое поколение суперпластификаторов для «абсолютного контроля подвижности» и резкого снижения расхода воды.
- Материалы на основе цемента с чрезвычайно высокой прочностью, тягучестью и твердостью.
- Вяжущие с контролируемой степенью увлажнения и контролируемым процессом образования микротрещин.
- Материалы на основе цемента с модифицированной нано- и микроструктурой, демонстрирующие чрезвычайно высокую долговечность.
- Экологические вяжущие, модифицированные наночастицами и произведенные при значительном сокращении объема портландцементной компоненты (до 10–15%) или вяжущие на основе альтернативных систем (MgO, фосфаты, геополимеры, гипс).
- Материалы, способные самовосстанавливаться, и технологии ремонта с применением нанотрубок и химических добавок.
- Материалы с контролируемой электропроводностью, свойствами деформации, безусадочные материалы и материалы с низким температурным расширением.
- Высокотехнологичные материалы, такие как материалы с сенсорикой и заданными реакциями на температурные воздействия, влажность, напряжение.
- Ecological binding materials with nanoparticles and produced under considerable reduction of portland cement (up to 10–15%) or binding materials made of alternative binding systems (MgO, phosphate, geopolymers, gypsum)
- Self-healing materials and repair technologies using nanotubes and chemical additives.
- Materials with controlled electro-conductivity, deformation characteristics, non-shrinking materials and materials with low thermal expansion.
- High-tech materials with censoring abilities to temperature influence, moisture, tension stresses.



КОРЕНЬКОВА
 Софья Фёдоровна,
 доктор технических
 наук, профессор
 кафедры «Строитель-
 ные материалы»
 Самарского
 государственного
 архитектурно-

строительного университета,
 академик МАНЭБ, член-корреспондент
 РАЕН, академик РЭА

KORENKOVA Sofia Fedorovna,
 Doctor of Engineering,
 Professor of the Chair «Building
 materials», Samara State University
 of Architecture and Construction,
 Member of International Academy of
 Ecology, Man and Nature Protection
 Sciences, Associate member of RANS,
 Academician of Russian Economic
 Academy

*Скажите, есть ли какие-либо нор-
 мативные документы, регламенти-
 рующие использование нанотехноло-
 гий и программные документы, где
 просматривалась бы системная по-
 зиция государства или отрасли в об-
 ласти строительных нанотехноло-
 гий?*

Евгений Седых, строитель,
 г. Владивосток, — 20.09.2010 13:22

Для разработки программных доку-
 ментов по применению нанотехнологий
 в стройиндустрии, на мой взгляд, дол-
 жен быть создан банк данных имеющих-
 ся и производимых в России нанопрод-
 уктов, дана оценка их перспективности
 с учетом долгосрочных испытаний их
 в составе конструкции. Мне не известно
 о существовании государственных нор-
 мативных документов в области строи-
 тельных наноматериалов.

Считаю, что чем чаще будут про-
 ходить международные научно-
 практические конференции, на ко-
 торых с участием химиков, физиков,
 специалистов в области строительных
 материалов обсуждались бы проблемы
 наноматериалов и нанотехнологий, тем
 быстрее будут решены многие теорети-
 ческие и практические вопросы.

*Could you tell if there are some
 Codes, regulating nanotechnologies
 application and program documents
 which reflect state's or industry's
 system attitude to construction
 nanotechnologies?*

*Or, in contrary, is it non-regulated
 movement from the bottom based only
 on commercial effectiveness, the desire
 for «to be as others competitors are»?*

Evgenij Sedyh, construction engineer, Vladivistok

In my opinion, in order to develop
 program documents regulating
 application of nanotechnologies in
 construction, first of all, one should create
 data bank of actual Russian nanoproducts
 and evaluate their prospects considering
 long-term tests of this materials when
 they are used in structures. I don't have
 any information about existing state
 normative documents in the sphere of
 nanomaterials.

I consider that the more international
 theoretical and practical conferences
 will be held with the participation of
 chemists, physicists, specialists in the
 sphere of building materials the faster
 many theoretical and practical problems
 will be solved.

For example, the 2nd International
 Theoretical and Practical Online-Confe-

II Международная научно-практическая online-конференция «Применение нанотехнологий в строительстве»

Например, 2-я Международная научно-практическая онлайн-конференция «Применение нанотехнологий в строительстве» внесла положительный вклад в развитие материалов нового поколения, разработанных отечественными и зарубежными учеными во многом благодаря всестороннему общению, возможности обсуждения насущных вопросов, установленным связям между различными научными школами и производством.

Расскажите, пожалуйста, о положительном опыте применения нанотехнологий в строительстве и использовании нанотехнологического сырья для строительной индустрии.

Сергей Власов, инженер-строитель —
21.09.2010 19:01

Самарская Школа материаловедов (кафедра «Строительные материалы» СГАСУ) проводит работы по оценке техногенного сырья как типичного нанопродукта. Получено более 10 патентов на его применение в бетонах и растворах, в составе комплексных добавок, фасадных систем и т. д. Совместно с учеными Петербургского Института ядерной физики им. Б.П. Константинова (г. Гатчина) выявлено, что исследуемое сырье состоит из наноразмерных частиц.

Расскажите, пожалуйста, о материалах, созданных, в том числе, на основе нанотехнологий, которые применяются в дорожном строительстве.

Юрий Ачимов,
директор ООО «Центр внедрения СЕТМ»,
г. Новосибирск — 21.09.2010 19:02

ences «Application of Nanotechnologies in Construction Industry» contributed positive experience in development of new generation materials created by Russian and foreign scientists in the main due to comprehensive communication, ability to discuss urgent issues and ties established between different schools of thought.

Dear colleagues!

Tell us, please, about positive experience of implementation of nanotechnologies in construction and about use of nanotechnological raw materials in construction.

Sergei Vlasov, construction engineer

Samara School of Scientists of Materials (Chair «Building materials», Samara State University of Architecture and Construction) carries out works on evaluation of anthropogenic raw materials as a typical nanoproduct. More than 10 patents for its application in concretes and mixtures, in complex additives, facade systems and etc. were received. Jointly with the scientists of Konstantinov Petersburg Nuclear Physics Institute (Gatchina) it was revealed that explored raw material consists of nanosized particles.

Dear participants of the conference!

Tell us, please, about materials used in road construction including ones based on nanotechnologies

Yury Achimov,
Novosibirsk — 21.09.2010 19:02

В СГАСУ специалисты проводят исследования в области использования нанотехногенного сырья в строительных материалах (бетоны и растворы, керамика, отделочные материалы и т.д.) и создания наномодификаторов для стройматериалов, в том числе и для дорожного строительства.

Собираюсь строить коттедж. Основной строительный материал – пенобетон. Узнал, что в этой области есть разработки, в которых в качестве связующего используют материалы с нанодобавками. Насколько это практично?

Слышал также, что в качестве арматуры для бетонных изделий (для фундаментов в том числе) в ряде случаев уже сейчас используют углепластиковые стержни. Неужели это эффективно по стоимости? И похоже, так недалеко и до армирования бетонов нанотрубками – расскажите подробнее об этом направлении.

Sergio, Yaroslavl — 16.09.2010 12:45

В СГАСУ разработаны составы пенобетонов, в которых в качестве нанодисперсного наполнителя использовано нанотехногенное сырье.

Имеются сведения (Научно-технический центр «Прикладные нанотехнологии», генеральный директор Пonomarev A.N., г. Санкт-Петербург) о применении наномодифицированных добавок к бетонам, создании легкого наноструктурированного бетона, в т.ч. и для мостостроения, применении в строительстве и машиностроении нанокompозитной углепластиковой арматуры PRECIZER.

Specialists of SSUAC conduct the researches in the field of the application of nanoanthropogenic raw materials in building materials (concretes and mixtures, ceramics, finishing materials etc.) and creation of nanomodifiers for building materials including the road construction.

I'm going to build a cottage. The main building material is a foamed concrete. I've learnt that in this sphere there are developments in which materials with nanoadditives are used as binding agents. How is it practical?

I've also learnt that for concrete articles (including foundations) in some cases coal plastic rods are being used. Is it really financially effective? It seems it's very soon when reinforcement of concretes will be done with nanotubes – tell us some details about this direction.

Sergio, Yaroslavl

Samara State University of Architecture and Construction has developed foamed concrete in which nanoanthropogenic raw material is used as a nanodispersed filler. There is information (Scientific and technical center «Applied nanotechnologies», director-general Ponomarev A.N., S.-Petersburg) about application of nanomodified additives in concretes, creation of light nanostructured concrete including one for bridge construction, application of nanocomposite coal plastic reinforcement PRECIZER in construction and mechanical engineering.

КЕТОВ Александр Анатольевич,
доктор технических наук, профессор
Пермского государственного
технического университета

Уважаемые участники конференции, расскажите, пожалуйста, о применении наномодификаторов в бетонных композициях, керамических и силикатных материалах.

Пронин С.Л., инженер-технолог

Прежде чем ответить на Ваш вопрос по существу, считаю необходимым сделать некоторые пояснения по терминологии. Расскажу только о силикатных материалах. В подавляющем большинстве керамические материалы, как безводные, сформированные при высоких температурах, так и бетоны, синтезируемые в гидротермальных условиях, имеют гетерогенную структуру с дисперсностью фаз, характеризующуюся размерами от десятков до тысяч нанометров. Поэтому при наличии фантазии и материаловедческой грамотности возможно, получив любое силикатное изделие, отнести его к нанотехнологиям. Является ли такая технология действительно инновационной, прорывной, ключевой в своей области – вопрос открытый. По моему мнению, только понимание направленного синтеза материала с комплексом заданных свойств на всех этапах и уровнях синтеза – от сырья и до готового изделия и от атома до конечного продукта – действительно позволяет достичь инновационного или нанотехнологического уровня, как принято сегодня говорить. Для профессионалов нелепо выглядят высказывания «менеджеров от науки» про добавление «наночастиц» или «нанопорошка» – воспринимайте это как неизбежные издержки проекта.

KETOV Alexander Anatolievich,
Doctor of Engineering, Professor
of Perm State Technical University

*Dear participants of the conference!
What is your opinion about application of nanomodifiers in concrete compositions, ceramic and silicate materials?*

Pronin S.L., mechanical engineer

Before I answer your question, I think it's necessary to make some clarifications on the terms. I'll tell you only about silicate materials. In the overwhelming majority both ceramic materials as waterless, formed under high temperatures and concretes produced under hydrothermal conditions have heterogenous structure with phase dispersiveness which dimensions vary from tens to thousands nanometers. So when one have fantasy and knowledge in science of material it's possible to refer any silicate product to nanotechnologies. Whether this technology is innovational, breakthrough or key in its sphere – question is still to be answered. According my opinion only understanding of directional synthesis of material with the complex of specified characteristics at all stages and levels of the synthesis – from raw material to the ready product and from atom to the ready product – in fact, allows reaching innovational or so-called nanotechnological level. The statements of «science managers» about addition of «nanoparticles» or «nanopowder» look absurd from the viewpoint of professionals – just apprehend it as inevitable project misunderstanding.

If we consider the problems of silicate materials synthesis from the standpoint of science of material, a number of

Если рассматривать вопросы синтеза силикатных материалов с точки зрения материаловедения, то в последнее время найден ряд решений, позволяющий управлять процессами структурообразования гетерогенных систем на уровне сотен, десятков и даже единиц нанометров. В этом смысле действительно можно говорить о наномодификаторах, обладающих способностью управлять процессами фазообразования на наноуровне, которые при небольших добавках на определенных стадиях синтеза способствуют получению материалов с уникальным комплексом свойств.

При таком подходе разработаны материалы и соответствующие им технологии, позволяющие, например, добиться прочности бетонов на 1,5–2 порядка выше, чем при обычной технологии. Или получать пеностекло любой формы и цвета при использовании в качестве сырья обычного стеклобоя. На Ваш вопрос можно с уверенностью ответить, что технологии и соответствующие вещества или, как Вы пишете, «наномодификаторы», применение которых в производстве бетонных композиций, керамических и силикатных материалов позволяет добиться уникальных технических результатов и свойств получаемых продуктов, действительно разработаны.

solutions has been found recently. These solutions allow controlling heterogenous systems structure formation processes at the level of hundreds, tens and even units of nanometers. In this sense we really can speak about nanomodifiers which are able to control the processes of phase formation at nanolevel, and promote obtaining materials with unique complex of characteristics when they are added at the certain levels of synthesis.

This approach was used to create materials and their appropriate technologies allowing, for example, obtaining concrete strength which is 1,5–2 times higher then when using ordinary technology or producing foamed glass of any shape and color when using ordinary broken glass as a raw material. I can answer your question with confidence that technology and appropriate substances or, as you write, «nanomodifiers» which are used to produce concrete compositions, ceramic and silicate materials and thus making it is possible to achieve unique technical results and characteristics of manufactured products have been already developed.

II Международная научно-практическая online-конференция «Применение нанотехнологий в строительстве»

Оргкомитет искренне признателен всем, кто принял участие во II Международной научно-практической online-конференции «Применение нанотехнологий в строительстве». Учитывая ограниченный объем журнала, приведены не все вопросы и ответы на них. Ответы на вопросы некоторых участников (в частности, Е.Х. Шахпазова, А.И. Зайцева, Л.А. Урхановой) ввиду их объема предложено опубликовать в виде отдельных статей. Для получения более полной информации просим обращаться к организаторам.

Conference Committee is sincerely grateful to all participants of the Second International Theoretical and Practical Online-Conference «Application of Nanotechnologies in Construction Industry». Taking into consideration the limited bulk of the edition, not all questions and answers have been published. In view of the length of some participants' answers (in particular, E.Kh. Shakhpazov, A.I. Zaizev, L.A. Urchanova) it was offered to publish them in the form of the articles. Ask conference organizers for more details.

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

Акция! Один номер бесплатно

Самоорганизующиеся структуры и наносборки

Наноэлектроника

Устройства и изделия на основе наноматериалов и нанотехнологий

Исследования нанougлерода

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.)