

НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

научный Интернет-журнал

2010 • Том 2 • № 4

NANOTECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION

A Scientific Internet-Journal

2010 • Vol. 2 • no. 4

НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

nauchnyj Internet-zhurnal

2010 • Tom 2 • № 4

www.nanobuild.ru

e-mail: info@nanobuild.ru

В НОМЕРЕ:

IN THE ISSUE:

- **Издание награждено Памятным дипломом Башкирского государственного университета**
The edition has been rewarded by Memorable Diploma of Bashkiria State University
- **Улучшение технологии и качества строительных материалов все чаще связываются с применением нанотехнологий и наночастиц**
Improvement of technology and quality of building materials is often associated with nanotechnologies and nanoparticles implementation
- **II Международная научно-практическая online-конференция «Применение нанотехнологий в строительстве»**
The Second International Theoretical and Practical Online-Conference «Application of Nanotechnologies in Construction Industry»
- **Необходимыми условиями прямого синтеза пеностеклянных материалов из природных силикатов являются аморфная форма сырьевого оксида кремния и наличие в нем наноразмерной транспортной пористости**
The necessary conditions for direct synthesis of foamglass materials made from natural silicates are amorphous form of raw silicon oxide and presence of nanodimensional transport porosity in it
- **Благодаря использованию наномодификатора «Унирем» долговечность асфальтобетонного покрытия повышается на треть, а отдельные характеристики – например, устойчивость к циклам замораживания-оттаивания – более чем в 10 раз**
Due to use of nanomodifier «Unirem» asphaltic concrete pavement's durability increases by third and some of its characteristics – for example, resistance to freeze-thaw cycles – more than 10 times.

Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал

Nanotechnologies in construction: a scientific Internet-journal

Научно-техническая поддержка
Российская инженерная академия

Scientific and technical support
Russian Engineering Academy

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

EDITORIAL COUNCIL

Председатель редакционного совета

Chairman of the editorial council

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

Члены редакционного совета

Members of the editorial council

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

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

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

KALIUZHNIY Sergei Vladimirovich – Director of Scientific and technical commission of experts, board member of SC «Rosnanotech», Doctor of Chemistry, Professor

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

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

ЛЕОНТЬЕВ Леопольд Игоревич – член президиума РАН, академик РАН

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

SHAKHPAZOV Evgenij Khristoforovich – Director general of FSUE «Bardin CSRIchernet», Academician of REA, Honored metallurgist of Russia, USSR and RF State prizes laureate, Doctor of Engineering, Professor

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Председатель редакционной коллегии

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

EDITORIAL BOARD

Chairman of the editorial board

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

Члены редакционной коллегии

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

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

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

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

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

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

ФАЛИКМАН Вячеслав Рувимович – вице-президент ассоциации «Железобетон», академик РИА, лауреат премии Правительства РФ, почетный строитель России, член Международного союза экспертов и лабораторий по испытанию строительных материалов, систем и конструкций (РИЛЕМ), профессор МГСУ

Members of the editorial board

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

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

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

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

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

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

FALIKMAN Vyacheslav Ruvimovich – vice-president of association «Reinforced concrete», full-member of REA, the RF Government prize laureate, honoured builder of Russia, member of International union of experts and laboratories on testing of constructional materials, systems and structures (RILEM), professor of MSUCE

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Мустафин А.Г.</i> Положительный опыт применения инноваций в области переработки серы – создание наноразмерных защитных покрытий для строительных материалов и конструкций	6
II Международная научно-практическая online-конференция «Применение нанотехнологий в строительстве»	10
<i>Бубенков О.А., Кетов А.А., Кетов П.А., Кетов Ю.А., Лобастов С.В.</i> Синтез мелкогранулированного пеностеклянного материала из природного аморфного оксида кремния с наноразмерной пористостью	14
<i>Белов В.В., Новиченкова Т.Б., Образцов И.В.</i> Капиллярное структурообразование сырьевых композиций на основе минеральных вяжущих веществ.....	23
VII Международная научно-практическая конференция и выставка «Нанотехнологии – производству-2010» в г. Фрязино	37
<i>Урханова Л.А., Лхасаранов С.А., Номоев А.В., Лызденев В.Ц.</i> Мелкозернистый цементный бетон с нанодисперсным модификатором	42
II международная специализированная выставка «Нанотехнологии. Казань-2010» и XI Международная научно-практическая конференция «Нанотехнологии в промышленности»	53
<i>Проекты РОСНАНО</i>	
РОСНАНО – масштабный государственный проект	57
Международная конференция с элементами научной школы для молодёжи «Керамика и огнеупоры: перспективные решения и нанотехнологии»	65
<i>Ивасышин Г.С.</i> Научные открытия в микро- и нанотрибологии. Феноменологические основы квантовой теории трения.....	70
<i>Исследования, разработки, патенты</i>	
<i>Кузьмина В.П.</i> Ультрадисперсные системы и механоактивированные материалы	88
О наращивании интеллектуального капитала и его защите путем патентования.....	96
<i>В мире книг</i>	
Научно-техническая литература. Наноматериалы и нанотехнологии	97
Перечень требований к оформлению материалов и условия представления статей для публикации	102

CONTENTS

<i>Mustafin A.G.</i> Positive experience of application of innovations in sulfur treatment – creation of nanodimensional protective coatings for building materials and structures.....	6
The Second International Theoretical and Practical Online-Conference «Application of Nanotechnologies in Construction Industry»	10
<i>Bubnikov O.A., Ketov A.A., Ketov P.A., Ketov Y.A., Lobastov S.V.</i> Synthesis of fine foamed glass material made from natural amorphous silica oxide with nanodimensional porosity	14
<i>Belov V.V., Novichenkova T.B., Obraztsov I.V.</i> Capillary structurization of raw compositions on the basis of mineral binding substances	23
The Seventh International Theoretical and Practical Conference and Exhibition «Nanotechnologies for Production-2010» in Fryazino	37
<i>Urkhanova L.F., Lkhasaranov S.A., Nomoev A.V., Lygdenov V.Ts.</i> Fine cement concrete with nanodispersed modifcator.....	42
The Second Specialized Exhibition «Nanotechnologies. Kazan-2010» and XI International Theoretical and Practical Conference «Nanotechnologies in Industry»	53
<i>RUSNANO Projects</i>	
RUSNANO – the large-scale state project	57
International Conference with elements of Scientific school for young people «Ceramic and refractory materials: perspective solutions and technologies» ...	65
<i>Ivasyshin G.S.</i> Scientific Discoveries in Micro- and Nanotribology. Phenomenological fundamentals of Quantum Friction Theory.....	70
<i>Researches, developments, patents</i>	
<i>Kuzmina V.P.</i> Ultradisperse systems and mechanochemical activated materials	88
On increasing intellectual capital and its protection by patenting	96
<i>In the world of the books</i>	
Scientific and technical literature. Nanomaterials and technologies.....	97
The list of requirements to the material presentation and article publication conditions.....	102

А.Г. МУСТАФИН Положительный опыт применения инноваций в области переработки серы



МУСТАФИН Ахат Газизьянович

вице-президент академии наук Республики Башкортостан,
ректор Башкирского государственного университета,
доктор химических наук, профессор

ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИЙ В ОБЛАСТИ ПЕРЕРАБОТКИ СЕРЫ – СОЗДАНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ

В настоящее время в Республике Башкортостан значительное внимание уделяется внедрению инновационных технологий в самые различные области химии, машиностроения, строительства, сельского хозяйства и др. Особое внимание в Башкортостане – одном из крупнейших центров нефтепереработки Российской Федерации – уделяется процессам нефтепереработки, расширению ассортимента химических продуктов, извлекаемых из нефти, решению экологических проблем региона. Следует отметить, что в связи с нарастанием уровня эксплуатации месторождений высокосернистой нефти и газа возникает проблема, связанная с переработкой избыточного количества серы, так как традиционные направления ее применения (производство серной кислоты и удобрений, использование в целлюлозно-бумажной промышленности, медицине и др.) не справляются с нарастающим количеством этого продукта. В результате на предприятиях нефтегазового комплекса в России и за рубежом накопилось огромное количество (сотни миллионов тонн) невостребованной серы. В перспективе доля таких месторождений будет возрастать, и уже к 2010 году мировое производ-

ство серы может превысить 78 млн т. На сегодняшний день мировые запасы нереализованной серы оцениваются в 23,8 млн т.

Если рассматривать эту проблему с точки зрения расширения направлений применения серы и организации новых рабочих мест, связанных с внедрением инноваций в современное производство, то становится ясно, что на территории Республики Башкортостан актуальна проблема разработки современных путей использования серы не в качестве сырьевого компонента, а в виде специализированных композиций и материалов. Наиболее подходящим вариантом использования ценных свойств серы была бы организация производств, использующих серу для создания практически полезных химических продуктов, позволяющих реализовать заложенные в ней ценные базовые свойства. Ведь только в Уфе расположены три нефтеперерабатывающих завода, на складах которых – тысячи тонн не востребованной серы. Создание новых продуктов на основе элементной серы позволит вовлечь в материаловедческую практику значительные количества продукта высокого качества, остающегося по сей день невостребованным.

Руководство Республики Башкортостан, понимая ситуацию, выделяет средства на разработку новых перспективных направлений. Осуществляется поддержка широкого спектра перспективных научных разработок государственных научно-технических программ Академии наук Республики Башкортостан (ГНТП АН РБ). В 2007 году для решения проблемы переработки серы было осуществлено финансирование проекта «Получение специализированных химических продуктов путем переработки нефтегазовой серы» в рамках программы ГНТП АН РБ «Новые материалы, химические технологии для промышленности, медицины и сельского хозяйства на базе нефтехимического, минерального и возобновляемого сырья Республики Башкортостан». В результате выполнения научных работ по указанной теме впервые был разработан оригинальный метод, заключающийся в том, что на стадии пропитки используется растворимое в воде вещество, в составе которого сера в молекулярной форме попадает в мельчайшие поры материала. Далее, на этапе сушки это вещество распадается и на поверхности пор образуется нерастворимый в воде гидрофобный слой элементной серы. Принципиальная новизна предлагаемого решения заключается в том, что гидрофобизация осуществляется с применением материала неорганической природы – серы. Наличие серы в порах строительных материалов при-

дает им водоотталкивающие свойства на длительное время, в отличие от органических лакокрасочных материалов. Предложенный метод может быть использован и для пропитки относительно небольших изделий методом погружения в ванну, и для обработки кистью или пульверизатором больших конструкций и элементов зданий (фундаменты, цоколи, полы и стены подвальных помещений и др.).

Таким образом, предложенный метод можно применять для защиты проблемных мест конструкций, часто соприкасающихся с водой или влагой: поверхностей мостов, тоннелей, водостоков, гидротехнических сооружений, свай и др. В 2008 году метод был применен ГУП «Башкиравтодор» на мосту «Каменная переправа» через реку Белая (г. Уфа), таким образом был приобретен положительный опыт применения инноваций в области переработки серы – крупнотоннажного, малоиспользуемого, возобновляемого сырья Республики Башкортостан. Указанный пример показывает, как можно из практически бросового продукта создать совершенно новый гидрофобизатор на основе наноразмерной серы, обладающий уникальными свойствами.

Поддержка АН РБ направления переработки нефтехимической серы продолжается путем выделения грантов высшим учебным заведениям, в том числе и Башкирскому государственному университету. В этом году, согласно ГНТП АН РБ, на период 2008–2010 по программе «Химические технологии и новые материалы для инновационного развития экономики Республики Башкортостан» в разделе 4.3.1. «Новые материалы для промышленности на основе крупнотоннажного, малоиспользуемого и возобновляемого сырья Республики Башкортостан» предусмотрено в 2010 году финансирование темы «Разработка новых материалов – наноразмерных защитных покрытий для строительных конструкций на основе серы – крупнотоннажного, малоиспользуемого и возобновляемого сырья Республики Башкортостан». Статьи по этой тематике, опубликованные в журнале «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» в 2010 году, выполнены при финансовой поддержке АН РБ.

Проведение исследований в указанном выше направлении помогает, с одной стороны, утилизировать значительное количество серы, с другой – создание защитных покрытий на основе наноразмерной серы позволяет решить одну из значительных проблем строительной индустрии и дорожного хозяйства – долговечной защиты строительных ма-

А.Г. МУСТАФИН Положительный опыт применения инноваций в области переработки серы

териалов при их эксплуатации в жестких внешних условиях – высокой влажности, агрессивной химической среды и знакопеременных температур.

Для научных разработок очень важна возможность быстрой публикации результатов в средствах массовой информации. Когда идет речь о научных изысканиях, самым объективным критерием их оценки служит публикация в научных журналах. В связи с этим роль электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» трудно переоценить. Привлекает оперативность и скорость публикаций, сравнимая с ведущими западными изданиями. Процесс публикации при условии предоставления качественного и отредактированного научного материала не превышает 1 месяца. Издание создает благоприятные условия для увеличения производства и объема экспорта продукции наноиндустрии российских производителей в области строительства, выхода российских организаций на мировой рынок высоких технологий и завоевания на нем лидирующих позиций. Так как издание входит в список ВАК, созданы благоприятные условия для аспирантов и докторантов, принимающих самое активное участие в исследованиях, ограниченных сроками учебы.



Башкирский государственный университет выражает благодарность за активное участие в продвижении продукции наноиндустрии и высокую оперативность работы редакции электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» и награждает его памятным дипломом.



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)

Интернет-портал NanoNewsNet (www.nanonewsnet.ru) и электронное издание «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» (www.nanobuild.ru) 29–30 сентября 2010 г. совместно проведут II Международную научно-практическую online-конференцию «Применение нанотехнологий в строительстве».

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

Сопредседатели оргкомитета конференции

Б.В. Гусев, президент Российской и Международной инженерных академий, член-корреспондент РАН, эксперт ГК «РоснаноТех», доктор технических наук, профессор;

В.И. Теличенко, ректор МГСУ, академик РААСН, доктор технических наук, профессор.

Участники online-конференции

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

Co-chairmen of Conference Organizing Committee

B.V. Gusev, President of Russian and International Academies of Engineering, Associate Member of RAS, Expert of SC «Rosnanotech», Doctor of Engineering, Professor.

V.I. Telichenko, Rector of MSUCE, Academician of RAASN, Doctor of Engineering, Professor.

Participants of Online-Conference

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

Порядок проведения online-конференции

Механизм online-конференции организаторами уже запущен. Посетители сайтов (www.nanonewsnet.ru и www.nanobuild.ru) смогут до 20 сентября с.г. задавать вопросы участникам конференции по электронной почте (e-mail: info@nanobuild.ru и e-mail: empirv@mail.ru). С учетом того, что 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, оргкомитет просит участников online-конференции указывать свое место работы, учёную степень и учёное звание.

Оргкомитет 24–25 сентября обобщит все вопросы и направит их участникам, а 29–30 сентября участники online-конференции ответят на них.

Материалы II Международной научно-практической online-конференции «Применение нанотехнологий в строительстве» будут опубликованы на портале

Conference Order

Organizers have already launched the procedure of online-conference. The visitors of the web sites (www.nanonewsnet.ru and www.nanobuild.ru) can ask participants questions by email (info@nanobuild.ru or empirv@mail.ru) until September, 20. 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, this is why Organizing Committee asks participants to indicate their place of employment, academic degree and academic status.

Organizing committee will summarize all the questions and sent them to participants on 24–25 of September, participants will answer these questions on 29–30 of September.

Materials of The Second International Theoretical and Practical Online-Conference «Application of Nanotechnologies in Construction Industry» will be published: at the portal NanoNewsNet (www.nanonewsnet.ru); in the electronic

NanoNewsNet (www.nanonewsnet.ru) и в электронном издании «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» №5/2010 (www.nanobuild.ru).

edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal», № 5/2010 (www.nanobuild.ru).

Свои вопросы направляйте по электронной почте info@nanobuild.ru и empirv@mail.ru, а также задавайте их на сайте www.nanonewsnet.ru.

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

УДК 666.3-127

БУБЕНКОВ Олег Александрович, главный инженер, ОАО Потанинский завод строительных материалов «Полистром», Россия

КЕТОВ Александр Анатольевич, доктор технических наук, профессор, Россия
Пермский государственный технический университет,

КЕТОВ Петр Александрович, студент, Россия

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,

КЕТОВ Юрий Александрович, студент, *Пермский государственный университет,* Россия

ЛОБАСТОВ Сергей Викторович, генеральный директор ОАО Потанинский завод строительных материалов «Полистром», Россия

BUBENKOV Oleg Alexandrovich, Chief Engineer, Public Corporation Potaninsk Plant of Constructional Materials «Polistrom», Russian Federation

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

KETOV Peter Alexandrovich, student, *D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia,* Russian Federation

KETOV Yuri Alexandrovich, student, *Perm State University,* Russian Federation

LOBASTOV Sergey Viktorovich, Director General of Public Corporation Potaninsk Plant of Constructional Materials «Polistrom», Russian Federation

СИНТЕЗ МЕЛКОГРАНУЛИРОВАННОГО ПЕНОСТЕКЛЯННОГО МАТЕРИАЛА ИЗ ПРИРОДНОГО АМОРФНОГО ОКСИДА КРЕМНИЯ С НАНОРАЗМЕРНОЙ ПОРИСТОСТЬЮ

SYNTHESIS OF FINE FOAMED GLASS MATERIAL MADE FROM NATURAL AMORPHOUS SILICA OXIDE WITH NANODIMENSIONAL POROSITY

Показано, что аморфный оксид кремния может взаимодействовать со щелочами с образованием гидратированных полисиликатов, которые являются, по сути, сырьем для синтеза силикатных стекол. Необходимым условием образования однородного гидратированного полисиликата является наличие наноразмерной пористости у аморфного оксида кремния минерального происхождения. В процессе термообработки полученного материала газовыделение из массы, сопровождающее процесс варки стекла, может быть использовано для создания устойчивых пен — ячеистых стекол, в области высокой вязкости стекломассы.

The article shows that amorphous silica oxide may interact with alkalis forming hydrated polysilicates which are, as a matter of fact, raw material for silicate glasses synthesis. A necessary condition for homogeneous hydropolysilicate formation is presence of nano-porosity in mineral amorphous silica oxide. During heat treatment of the received material gas evolution, accompanying the process of glass cooking, can be used in steady foams creation – cellular glasses – in the area of fluid glass's high viscosity.

Ключевые слова: аморфный оксид кремния, наноразмерная пористость, ячеистое стекло, гидратированные полисиликаты.

Key-words: amorphous silica oxide, nanodimensional porosity, cellular glass, hydropolysilicates.

Пеностекло или ячеистое стекло является универсальным теплоизоляционным материалом, однако его производство по классической схеме высокозатратно. В Советском Союзе до начала 90-х годов работало четыре завода по производству материала, но к настоящему времени из них функционирует только один – на территории Белоруссии, в Гомеле (ОАО «Гомельстекло»). Гранулированное пеностекло в промышленных масштабах в Советском Союзе не выпускалось, хотя на техническую возможность указывал в своих монографиях признанный авторитет в технологии пеностекла Б.К. Демидович [1].

Ранее [2] было показано, что только принципиальные изменения в технологии пеностекла, учитывающие физико-химические процессы, происходящие в силикатной системе на наноуровне, позволяют не только снизить производственные затраты и сделать производство высокорентабельным, но и разработать ряд новых материалов на основе ячеистого стекла [3], востребованность которых строительной отраслью не вызывает сомнений. К одному из таких видов продукции следует отнести мелкогранулированное пеностекло, которое в настоящее время производится единственной зарубежной фирмой Poraver (Поравер).

К аналогичной группе минеральных теплоизоляционных материалов насыпного типа, помимо упомянутого материала Poraver, следует отнести керамзитовый гравий (керамзит), вспученный перлит, вспученный вермикулит, микросферы золы уноса ТЭС и гранулированное пеностекло.

Использование керамзита и гранулированного пеностекла в качестве заполнителей бетонов осложнено крупным размером гранул, а керамзита дополнительно – относительно высокой плотностью. Вспученные перлит и вермикулит не могут использоваться в строительных растворах вследствие крайне низкой прочности и низкой влагостойкости. Зола уноса ТЭС (микросферы) отличаются нестабильностью состава (зависит от вида углей и режимов горения на ТЭС) и высокой ценой, что также препятствует их использованию в строительных растворах. Импортный мелкогранулированный материал Poraver не имеет отечественных аналогов, использование его в строительных растворах не имеет ограничений, но материал дорого стоит.

Производство гранулированного пеностекла в настоящее время в промышленных масштабах освоено в России на нескольких предприятиях. Существующая технология предполагает гранулирование методом окатывания. При насыпной плотности материала 170–300 кг/м³ материал имеет низкое водопоглощение и высокую прочность. Особенностью процесса гранулирования порошковых материалов окатыванием является принципиальная невозможность стабильного получения мелких гранул (менее 2–5 мм), что приводит к отсутствию на рынке гранулированного пеностекла с размерами зерен менее 5 мм. Поэтому гранулированное пеностекло, производимое в России в настоящее время, не может быть использовано как заполнитель для штукатурок и сухих смесей вследствие размера гранул.

Фактически на рынке присутствует мелкогранулированное пеностекло единственного производителя – германской фирмы Poraver®. В Западной Европе этот материал успешно используется уже несколько десятилетий, причем особенно заметный взлет спроса на него отмечается в последние годы, когда проблеме энергосбережения стали уделять самое пристальное внимание. В России применение материала незначительно и ограничено практически только изготовлением сухих строительных смесей премиум-класса вследствие высокой отпускной цены и затрат на доставку.

О.А. БУБЕНКОВ и др. Синтез мелкогранулированного пеностеклянного материала

Характеристики материала Poraver® представлены в таблице 1.

Очевидно, что потенциальный рынок материала весьма широк и его расширение сдерживается отсутствием в России аналога с адекватными стоимостными характеристиками.

Ранее была показана принципиальная возможность производства мелкогранулированного пеностекла при использовании стеклобоя в качестве сырья [4]. В этом случае в основе технологии лежит возможность использования вяжущих свойств дисперсного стекла при управлении свойствами наноразмерных покрытий на поверхности частиц. В результате модификации дисперсного стекла возникает возможность получения вяжущих композиций и прочных полуфабрикатов на их основе. Полученные блоки полуфабриката дробятся на стандартном оборудовании до гранул требуемого размера, а термообработка последних в печи придает гранулам сферическую форму.

Однако такой подход предполагает диспергирование стекла до микронных размеров и создание на поверхности таких частиц наноразмерной пленки гидратированных полисиликатов, термообработка которых и приводит к газообразованию и синтезу в межзерновом пространстве синтетической стеклофазы. Логичным продолжением этой идеологии является создание гидратированных полисиликатов «в объеме», а не только в поверхностном слое. Естественно, что в этом случае требуется транспортировка щелочного компонента стекла по всему объему гранулы. Из этого следует, что технология принципиально возможна только для оксида кремния с развитой пористой структурой.

Таблица 1

Характеристики гранул Poraver®

Характеристики	Гранулы базового (стандартного) размера					
	0,1–0,3	0,25–0,5	0,5–1	1–2	2–4	4–8
Размер, мм	0,1–0,3	0,25–0,5	0,5–1	1–2	2–4	4–8
Насыпной (объемный) вес, кг/м ³	400±60	340±30	270±30	230±30	100±20	180±20
Прочность на сжатие, кН/мм ²	2,4	2,4	1,8	1,6	1,4	1,2
Теплопроводность, Вт/(м·К)	0,07	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07
Температура размягчения, °С	700					

Другим необходимым условием является высокая реакционная способность компонентов, из которых предполагается получение стекла, чтобы процесс стеклообразования завершился при возможно более низких температурах, когда стекло обладает относительно высокой вязкостью и коалесценция пены из выделяющихся газов затруднена. При этом известно о возможности низкотемпературного синтеза стекла из природных аморфных силикатов и гидроксида натрия [5].

Особенностью такого взаимодействия является стеклообразование при температурах 550–750°C, которое должно сопровождаться газообразованием. В данном случае возможно только выделение паров воды. Для подтверждения этого были проведены термогравиметрические исследования различных форм аморфного оксида кремния с гидроксидом натрия. Последний вносился в систему в виде растворов по влагоемкости исходных порошков. Аморфный оксид кремния был различного происхождения – молотое кварцевое стекло, силикагель, минеральный продукт в виде трепела и диатомита. Все исследованные материалы в процессе термообработки характеризуются двумя температурными областями потери массы. При температурах, начиная с комнатных и до 450–600°C наблюдается первая стадия удаления воды, связанная со свободной и кристаллизационной формами. Характерной особенностью всех термограмм является отсутствие инвариантности, наблюдаемой у большинства кристаллогидратов обычных солей.

Аналогично ведут себя все исследованные силикаты и на второй стадии термообработки, когда при 600–750°C наблюдается значительно более слабый эффект потери массы, который может быть обусловлен потерей гидроксо-групп при синтезе силикатов. Характерно, что процесс стеклообразования лежит в температурном интервале высокой вязкости силикатных стекол и может быть использован для создания силикатных пен. Иными словами, существует возможность использования газообразования при синтезе стекла для вспенивания образующегося материала.

В таблице 2 представлены численные значения количества выделяющейся воды на второй ступени. Образцы были приготовлены путем пропитки по влагоемкости 50 масс. % водным раствором гидроксида натрия.

Результаты термогравиметрии позволяют сделать вывод, что количества выделяющихся паров воды может быть достаточно для образо-

Таблица 2

Количество воды, выделяющейся на стадии стеклообразования из системы «аморфный оксид кремния – гидроксид натрия» различного происхождения

Вид аморфного оксида кремния	Количество воды, выделившееся при 600–750°C, на 1 г готового продукта, мг
Молотое кварцевое стекло	0,02
Силикагель	0,34
Диатомит	0,59
Трепел	0,61

вания пеностеклянных материалов в случае использования сырья с высокой микропористостью. Действительно, объем пор, присутствующий в силикагеле, трепеле и диатомите, оказывается достаточным для введения в систему количества Na^+ , достаточном для синтеза стекла, а высокоразвитая пористость этих материалов позволяет синтезировать гидратированные полисиликаты по всему объему материала.

Это предположение доказывают данные сканирующей электронной микроскопии. На рис. 1 представлена фотография исходного трепела.

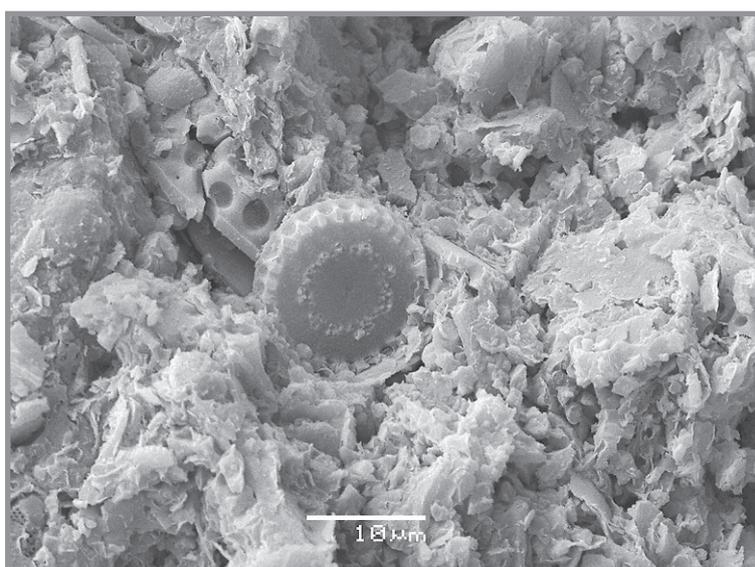


Рис. 1. Поверхность гранулы исходного трепела

О.А. БУБЕНКОВ и др. Синтез мелкогранулированного пеностеклянного материала

Очевидно, что высокоразвитая пористая структура, характеризующаяся транспортными порами менее 0,2 мк, делает доступной всю внутреннюю поверхность материала. В результате реакция образования гидратированных полисиликатов натрия проходит полностью и практически не оставляет свободного оксида кремния в объеме. Это проиллюстрировано на рис. 2, где представлен скол материала после термообработки при 600°C. Хорошо видно, что даже в перемычках между крупными пузырями происходит активное газообразование. То есть процесс стеклообразования и соответствующего ему газовыделения охватывает весь материал.

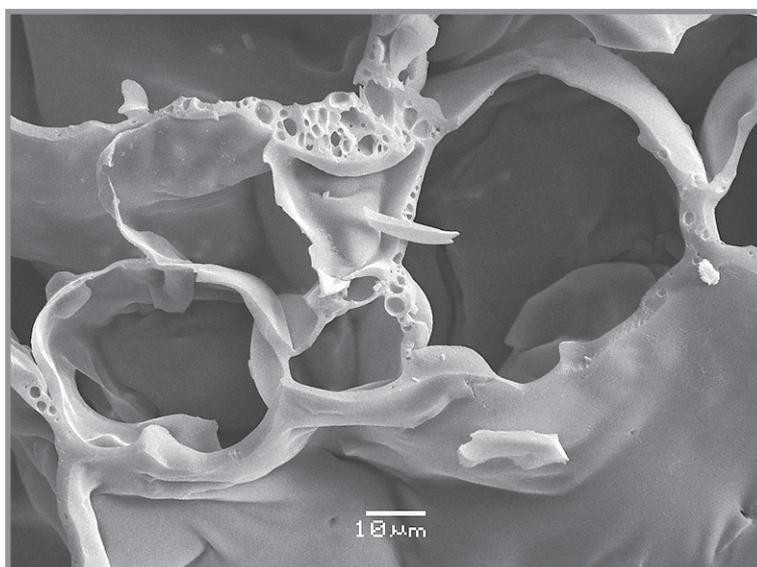


Рис. 2. Поверхность скола гранулы в начальный момент пенообразования (после термообработки при 550°C)

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

Уважаемые коллеги!

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

Бубенков О.А., Кетов А.А., Кетов П.А., Кетов Ю.А., Лобастов С.В. Синтез мелкогранулированного пеностеклянного материала из природного аморфного оксида кремния с наноразмерной пористостью // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2010, Том 2, № 4. С. 14–21. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_4_2010.pdf (дата обращения: _____).

Dear colleagues!

The reference to this paper has the following citation format:

Bubenkov O.A., Ketov A.A., Ketov P.A., Ketov Y.A., Lobastov S.V. Synthesis of fine foamed glass material made from natural amorphous silica oxide with nanodimensional porosity. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2010, Vol. 2, no. 4, pp. 14–21. Available at: http://www.nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_4_2010.pdf (Accessed _____). (In Russian).

Библиографический список:

1. *Демидович Б.К.* Пеностекло. Минск: Наука и техника. – 1975. 248 с.
2. *Кетов А.А.* Нанотехнологии при производстве пеностеклянных материалов нового поколения // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. URL: www.nanobuild.ru. 2009. №2, с.15–23.
3. *Кетов А.А., Пузанов И.С., Саулин Д.В.* Тенденции развития технологии пеностекла // Строительные материалы. – №9. 2007. С. 28–31.
4. *Кетов А.А., Пузанов С.И.* Нанотехнологии при производстве пеностеклянных строительных материалов нового поколения // Строительство: новые технологии – новое оборудование. – 2010. №1. С. 15–19.
5. *Мелконян Р.Г.* Аморфные горные породы и стекловарение. М.: НИИ-Природа. – 2002. 264 с.

Контактная информация для переписки:

e-mail: alexander_ketov@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.)

В.В. БЕЛОВ и др. Капиллярное структурирование сырьевых композиций

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

НОВИЧЕНКОВА Татьяна Борисовна, аспирант, Россия

ОБРАЗЦОВ Илья Владимирович, студент, Россия

Тверской государственный технический университет

BELOV Vladimir Vladimirovich, Doctor of Engineering, Professor, Vice-rector on Scientific Work,
Head of Chair of Building Products and Structures Manufacture, Russian Federation

NOVICHENKOVA Tatyana Borisovna, Post-graduate Student, Russian Federation

OBRAZTSOV Ilya Vyacheslavovich, Student, Russian Federation

Tver State Technical University

КАПИЛЛЯРНОЕ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ СЫРЬЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ

CAPILLARY STRUCTURIZATION OF RAW COMPOSITIONS ON THE BASIS OF MINERAL BINDING SUBSTANCES

На основе представлений о капиллярном структурировании в цементных сырьевых композициях, включая микро- и наноуровень, базирующихся на закономерностях формирования полидисперсных структур в условиях баланса межчастичных сил в трехфазных дисперсных системах, рассматриваются предпосылки для разработки научной методики определения оптимальной влажности сырьевой смеси для получения наибольшей прочности бетона из жестких сырьевых смесей.

The idea of capillary structurization in the cement raw compositions, including micro- and a nanolevel, which are based on the laws of polydisperse structures formation under conditions of interparticle forces balance in three-phase dispersed systems, created the necessary prerequisites for developing the scientific technique which defines optimal humidity of a raw mix in order to obtain the greatest durability of the pressed concrete made from hard raw mixes.

Ключевые слова: дисперсные системы, наночастицы, прессованные бетоны на цементной связке, капиллярное структурирование, оптимальная влажность, баланс межчастичных сил.

Key-words: dispersed systems, nanoparticles, pressed concrete on a cement binding, capillary structurization, optimal humidity, interparticle forces balance.

В последние годы в строительной индустрии резко возрос интерес к технологии бетонных изделий из полусухих сырьевых смесей (трубы и кольца, тротуарные и облицовочные плиты, бетонный кирпич и другие), полученных способами вибропрессования или полусухого прессования на гидравлических прессах с последующей тепловлажностной обработкой или без нее. Основным условием при использовании этой технологии является возможность немедленной распалубки отформованного изделия без повреждений. В этом случае не требуется дорогостоящего набора форм, а номенклатура изделий характеризуется многообразием размеров, дизайна и свойств. Материалы и изделия из жестких и сверхжестких (полусухих) смесей при условии оптимизации составов можно изготавливать с низким содержанием вяжущего вещества. При этой технологии наибольшее значение приобретает подбор составов сырьевых композиций, которые должны обеспечивать оптимальную гранулометрию с целью достижения возможности плотной упаковки зерен, снижения упругого расширения прессовки после снятия давления и исключения перепрессовочных трещин [1].

Следует отметить, что, помимо содержания воды и цемента как основных факторов, на предел прочности на сжатие изделий из полусухих бетонных смесей в сыром и затвердевшем состояниях в значительной степени влияют:

- используемые исходные материалы (вид и гранулометрический состав, форма гранул, вид цемента);
- водопотребность, а также плотность упаковки твердых веществ;
- содержание мелкодисперсного наполнителя;
- тип и количество добавок;
- вид и энергия уплотнения;
- внешние влияющие параметры (температура и т. п.) [2].

В последние годы большие надежды в совершенствовании и даже кардинальном улучшении технологии и качества строительных материалов связываются с применением нанотехнологий и наночастиц [3], причем последних, прежде всего, – в качестве наномодификаторов растворных и бетонных смесей [4].

Известно, что характерной чертой нанообъектов 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. Дисперсные системы, к которым относятся сырьевые композиции, применяемые для производства большинства строительных материалов, в традиционном для физической химии поверхностных явлений смысле относятся к грубодисперсным, так как имеют частицы размером, как правило, более 1 мкм. Поэтому роль поверхностных явлений и контактных взаимодействий, которая изначально представляется основополагающей в наносистемах и нанотехнологиях, в структурировании обычных дисперсных систем искусственно занижалась. В то же время, вне всякого сомнения, поверхностные явления оказывают существенное влияние на свойства и структуру дисперсных систем, ход технологических процессов, а в конечном счете – на структуру и свойства материалов и изделий.

Характер структуры строительного материала как дисперсной системы во многом определяется характером и величиной (балансом) связей или сил сцепления между структурными элементами. В зависимости от вида этих связей, в дисперсных системах выделяют прочные фазовые контакты в конденсационных или кристаллизационных структурах дисперсных материалов, непосредственные атомные контакты в сухих порошках и сравнительно слабые силы молекулярного взаимодействия (ван-дер-ваальсовы), действующие между частицами через прослойки жидкой фазы, в коагуляционных структурах. Расчеты по критическому размеру частиц, участвующих в структурировании, выполненные Н.Б. Урьевым [5] с учетом только коагуляционных взаимодействий, показывают, что коагуляционные структуры могут образовывать частицы до 100 мкм, т.е. с характерным для грубодисперсных систем размером.

Помимо указанных видов взаимодействий, необходимо выделить такие важные взаимодействия, как капиллярные, проявляющиеся в трехфазных («твердая – жидкость – газ») дисперсных системах, к которым относятся подавляющее большинство сырьевых (бетонных, растворных, силикатных и т.п.) композиций для изготовления строительных материалов. Преобладание капиллярных сил над другими составляющими межчастичного взаимодействия особенно заметно для

частиц размером более 10 мкм, вплоть до 1–2 мм. Именно действием сил капиллярного сцепления объясняются экстремальные зависимости насыпного объема, уплотняемости сырьевых смесей, а также прочности свежеформованных изделий. Капиллярное сцепление проявляется также в капиллярно-пористых телах, структурные элементы которых в основном соединены другими связями некапиллярного характера. В этих телах силы капиллярного сцепления создают внутренние напряжения, вызывающие усадочные деформации, они также влияют на прочность материала.

Глубинные причины рассмотренных явлений, в особенности экстремального характера изменения прочности как свежеформованного, так и затвердевшего изделия от водотвердого отношения, кроющиеся в специфическом структурообразовании увлажненных сырьевых композиций на основе минеральных вяжущих веществ и имеющие фундаментальный характер, представляют большой интерес как для науки, так и для практики и служат предметом данной работы. Установление механизма действия капиллярного сцепления позволит оптимизировать и прогнозировать влияние влажности на плотность, связность, реологические и формовочные свойства порошкообразных строительных смесей из значительно отличающихся по дисперсности компонентов, что открывает возможность управления технологическими свойствами сырьевых композиций в производстве бетонных, силикатных, керамических и других строительных материалов.

При длительном нахождении дисперсной системы при повышенной влажности воздуха или введении в нее жидкости в достаточном количестве, после образования адсорбционных слоев максимальной толщины жидкость накапливается в зазорах между частицами и удерживается там силами поверхностного натяжения, образуя жидкостную «манжету», ограниченную «мениском» двойкой кривизны. Появление «менисков» в зонах контакта между частицами порождает в дисперсной системе, в дополнение к перечисленным силам межчастичного взаимодействия, еще одну систему сил, обусловленных поверхностным натяжением жидкости и капиллярным давлением. На рис. 1 показано искривление жидкости в зазоре между двумя частицами шарообразной формы, а также между шарообразной частицей и плоскостью, приводящее к их стягиванию в результате сил поверхностного натяжения (первая составляющая силы капиллярного сцепления), а также растяжения

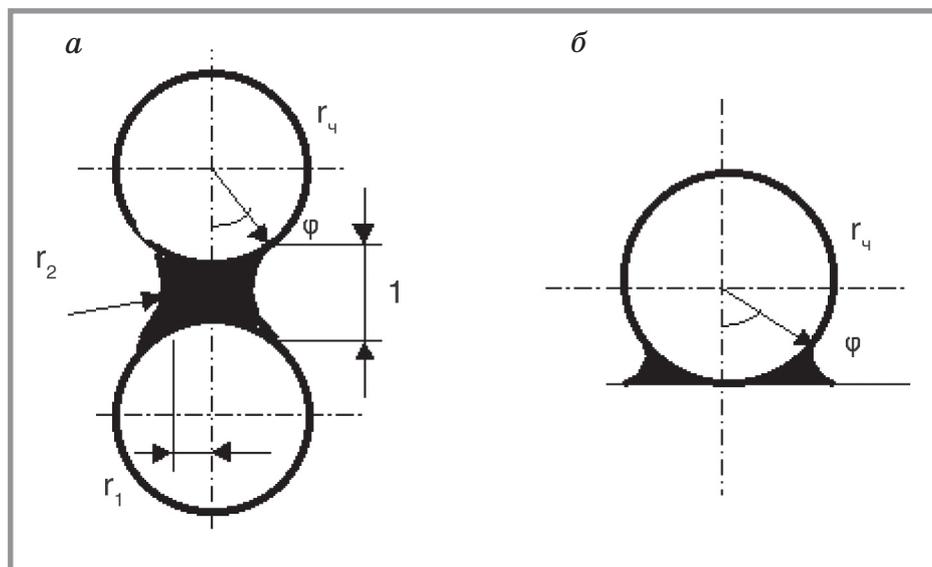


Рис. 1. Силы капиллярного сцепления:
 а – между двумя шарообразными частицами;
 б – между шарообразной частицей и плоскостью

жидкости и появления в ней отрицательного капиллярного давления (вторая составляющая силы капиллярного сцепления).

Если речь идет не о двух частицах, а об отдельных агрегатах, образующихся из частиц, (рис. 2а, б) и трехфазной дисперсной системе (рис. 2в), то в каждом контакте между частицами образуются «мениски» и появляются силы капиллярного сцепления, которые можно назвать внутренними. Капиллярное сцепление в таких агрегатах и системах определяется суммарной величиной внутренних сил капиллярного сцепления, действующих в контактных зонах между частицами. Когда все внутренние поры агрегата заполнены жидкостью, агрегат становится, по сути, двухфазной системой, а «мениски» находятся только на внешней поверхности агрегата (рис. 2г). Создаваемое этими «менисками» отрицательное давление приводит к всестороннему сжатию агрегата внешними капиллярными силами. При большем содержании жидкости «мениски» на поверхности агрегата исчезают, а частицы удерживаются вместе с помощью поверхностного натяжения жидкости в капле, если нет условий для коагуляционных или иных типов взаимодействий.

Среди наиболее ранних работ, в которых рассматривается влияние влажности на свойства дисперсных систем, относящихся к механике грунтов, почвоведению, дорожному грунтоведению – работы

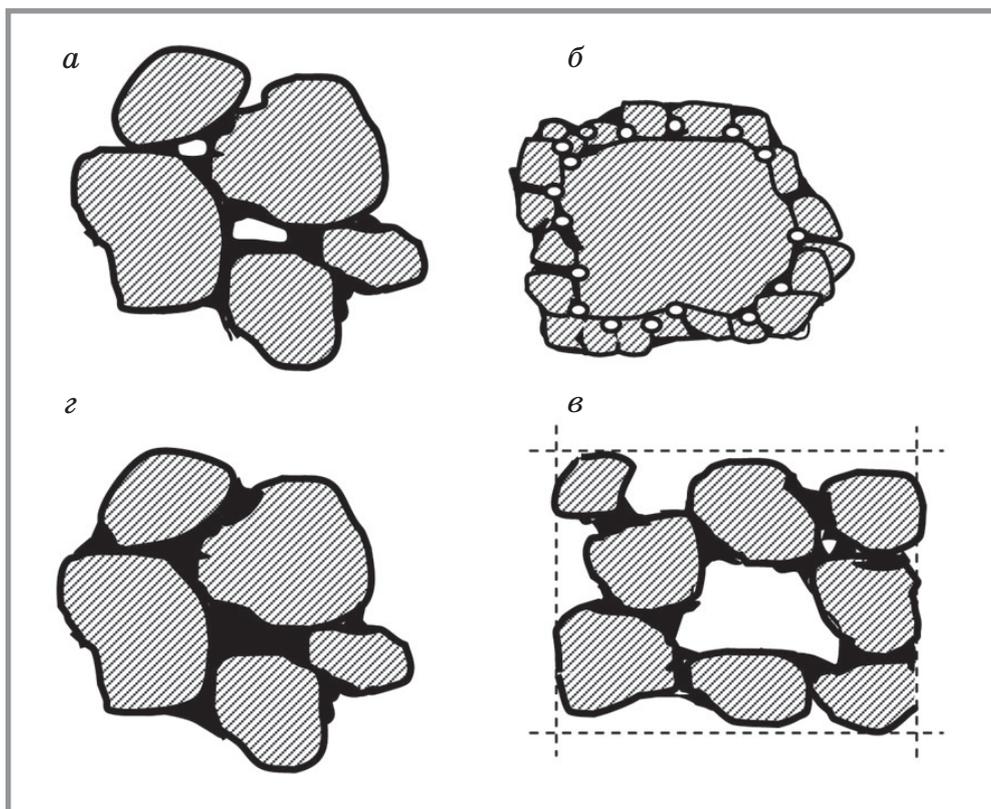


Рис. 2. Капиллярные структуры в дисперсных системах:
 а – трехфазная гранула; б – трехфазная глобула;
 в – ячеисто-глобулярная структура; г – двухфазная гранула

Г.И. Покровского, Е. Фрейсине, а также технологии бетона (В.В. Михайлов). В работах [6–8] исследовано влияние влажности на плотность в насыпном и уплотненном состояниях цементно-водных дисперсий. Был установлен экстремальный характер этих зависимостей, причем минимальная насыпная плотность дисперсий и максимальное давление прессования до достижения одинаковой межзерновой пустотности наблюдались при близких значениях водоцементного отношения. Аналогичный характер зависимостей от водотвердого отношения был получен для уплотненных и свободноуложенных дисперсий на основе молотого кварцевого песка. Снижение плотности дисперсий при увеличении влажности от нуля до определенного значения авторы указанных работ объясняют расклинивающим действием пленок воды, находящихся на частицах системы, а роль капиллярных сил они видят в самоуплотнении системы при дальнейшем увеличении влажности. При этом влияние ПАВ на прессуемость трехфазных дисперс-

ных систем представляется как изменение баланса между пленочным и капиллярным давлением за счет увеличения или уменьшения под действием ПАВ пленочного давления. Однако данные гипотезы не позволяют объяснить того факта, что минимальная плотность упаковки дисперсий как в свободноуложенном, так и в уплотненном состояниях достигается при влажности, значительно большей значения, которое может быть достигнуто системой в результате адсорбции влаги из воздуха и при котором заканчивается формирование устойчивых адсорбционных слоев, обладающих расклинивающим действием.

Поскольку капиллярное сцепление имеет место во всех трехфазных дисперсных системах, применяемых для производства строительных материалов, а сами они весьма разнообразны, то изучение капиллярного сцепления в данной работе велось на модельных системах из кварцевого (Вольского) песка, как молотого с различной степенью дисперсности, так и в виде смеси молотого песка и песка естественной крупности. Закономерности действия капиллярного сцепления, установленные на кварцевом песке, проверялись на более сложных системах – сырьевых смесях, применяемых в производстве строительных материалов.

Измерения прочности на разрыв образцов из молотого песка (рис. 3), смеси молотого песка и песка естественной дисперсности, а также известково-песчаных и цементно-песчаных смесей, уплотненных до постоянной пористости, в зависимости от влажности, экспериментально подтвердили существование максимума капиллярного сцепления при определенной влажности, причем значительно отличающейся от нуля. При этом разрывная прочность дисперсной системы в трехфазном состоянии более чем на два порядка превышает значения этой прочности в сухом и водонасыщенном состояниях. Следовательно, прочность этих систем в трехфазном состоянии практически целиком определяется величиной капиллярного сцепления.

В данной работе впервые установлено, что максимальное капиллярное сцепление для дисперсной системы, независимо от степени ее уплотнения, достигается при одной и той же характерной для нее влажности W_{mc} , причем величина влажности W_{mc} увеличивается с ростом удельной поверхности твердых частиц системы. Этот факт объясняется тем, что максимального значения силы капиллярного сцепления достигают в момент образования «менисков» между частицами, т. е. когда

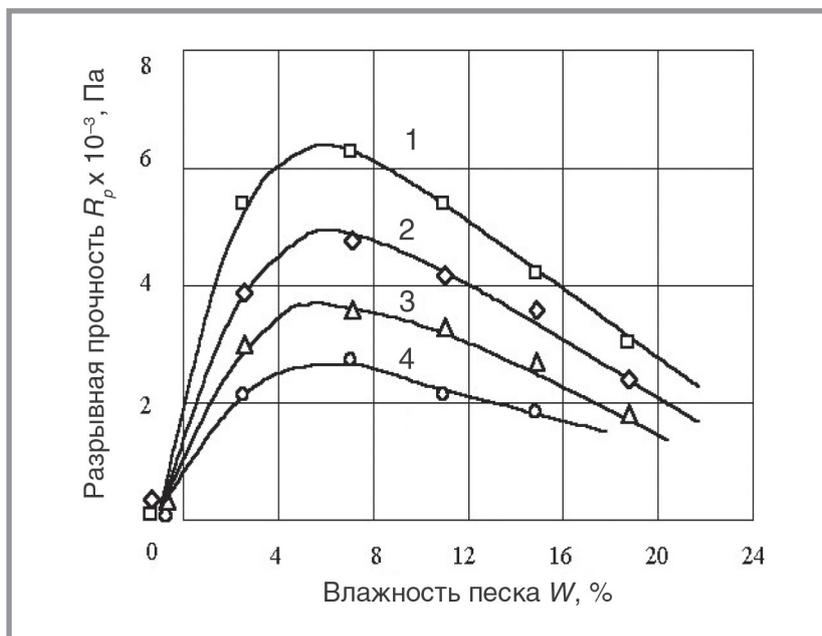


Рис. 3. Разрывная прочность прессованных образцов из молотого песка в зависимости от влажности при пористости (%): 42 (1); 46 (2); 50 (3) и 54 (4)

влага в основном сосредоточена не в зонах контакта, а в адсорбированных пленках и заполняет микровпадины поверхности частиц.

Это положение позволяет рассчитывать по определенной методом БЭТ удельной поверхности системы S_{yn} ($\text{м}^2/\text{кг}$) и экспериментально установленной толщине пленки h_{mc} (Å), характерное для системы значение влажности W_{mc} (%), соответствующее максимуму капиллярного сцепления:

$$W_{mc} = h_{mc} \cdot S_{yn} \cdot 10^{-5}. \quad (1)$$

Поскольку влажность W_{mc} , соответствующая максимуму капиллярного сцепления, представляет большой интерес для практики, то актуальным является вопрос о способе расчета значений этой влажности для состоящих из заполнителя и вяжущего вещества бинарных композиций, пользуясь которым, можно прогнозировать ее величину при изменении состава смеси. В работе получены уравнения для расчета влажности W_{mc} бинарной системы, содержащей q_1 тонкодисперсного компонента с полной удельной поверхностью S_{yn}^1 и q_2 грубодисперсного — с полной удельной поверхностью S_{yn}^2 :

$$W_{\text{мс}} = q_1 \cdot W'_{\text{мс}} + q_2 \cdot W'_{\text{мс}} \frac{S''_{\text{уп}}}{S_{\text{уп}}} = W'_{\text{мс}} \cdot \left(q_1 + q_2 \cdot \frac{S''_{\text{уп}}}{S_{\text{уп}}} \right) \text{ или} \quad (2)$$

$$W_{\text{мс}} = \frac{W'_{\text{мс}}}{1 + C} \cdot \left(1 + C \cdot \frac{S''_{\text{уп}}}{S_{\text{уп}}} \right), \quad (3)$$

где C – соотношение между грубодисперсным и тонкодисперсным компонентами по массе;

$W'_{\text{мс}}$ – влажность максимального капиллярного сцепления для тонкодисперсного компонента в отдельности.

Рассчитанные значения $W_{\text{мс}}$ для ряда сырьевых композиций удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными.

Структурообразование в дисперсных системах есть результат проявления сил межчастичного взаимодействия: межмолекулярных, электрических, капиллярных. Хотя исследованию слипания частиц (аутогезии) в дисперсных системах посвящено большое количество работ, конкретные вопросы, относящиеся к типу структурных элементов и структур в результате доминирующей роли сил капиллярного сцепления в структурообразовании, до недавнего времени детально не рассматривались. Подобно тому, как структуры, образующиеся в результате коагуляции, называют коагуляционными, так и структуры, образующиеся в результате действия сил капиллярного сцепления, мы предложили называть капиллярными (примеры таких структур показаны на рис. 4).

Критический размер частиц, участвующих в структурообразовании при нулевой влажности, будет определяться только молекулярными и электрическими силами и, согласно экспериментальным данным о прилипанию частиц кварца в отсутствии влаги, находится в пределах до 60 мкм. Следовательно, в дисперсных системах с размерами частиц более 60 мкм структурообразование при нулевой влажности будет очень слабым (рис. 4а). При размере частиц тонкодисперсной фракции менее критического происходит образование агрегатов, однако эквивалентный диаметр последних будет небольшим вследствие малой величины сил некапиллярного характера.

При постепенном увеличении влажности системы от нуля до 3–4% (рис. 4б) появляются силы расклинивающего действия, ослабляющие

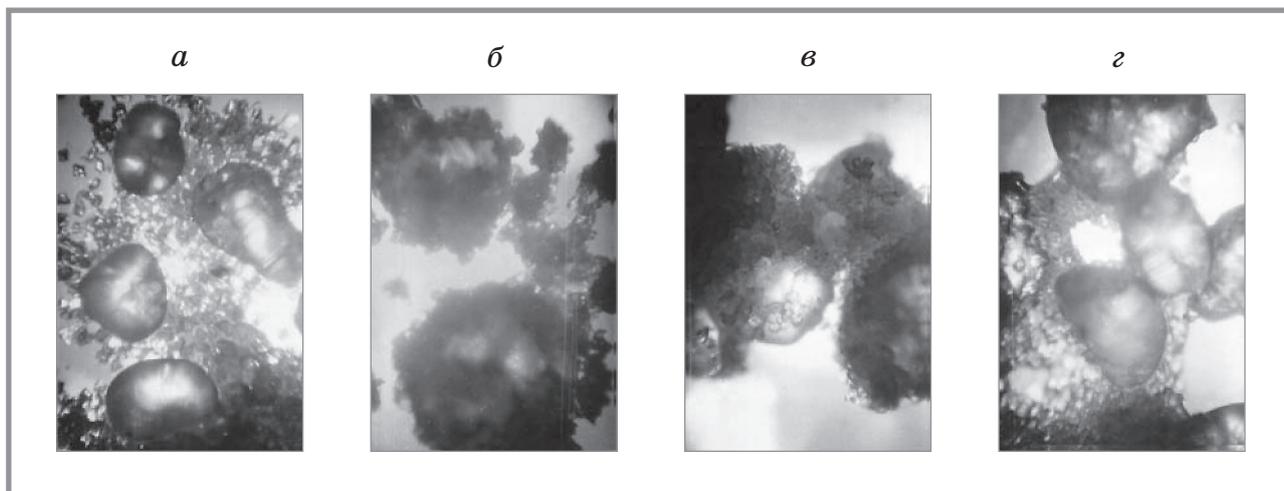


Рис. 4. Капиллярные структуры в смеси Вольского и молотого песка при влажности (%): 0 (а), 3 (б), 6 (в) и 9 (г)

сцепление частиц. Это должно привести к разрушению части первичной структуры и исключению из нее агрегатов, эквивалентный диаметр которых больше нового значения критического размера, полученного с учетом расклинивающего давления.

Однако такую картину можно было бы наблюдать в системах монодисперсных, с гладкой поверхностью частиц при одинаковой толщине адсорбционных слоев жидкости на всех частицах системы. В реальных полидисперсных системах указанные слои тем тоньше, чем меньше размер частицы. Поэтому в зонах контакта тонкодисперсных частиц, а также выступов их шероховатой поверхности появляются капиллярные «мениски» и возникают силы капиллярного сцепления, в то время как в контактных зонах крупных частиц предельная толщина адсорбционных слоев еще не будет достигнута. Это приведет к усилению процесса образования и увеличению эквивалентного диаметра агрегатов из тонкодисперсных частиц. Появление капиллярных менисков и возникновение сил капиллярного сцепления между тонкодисперсными и грубодисперсными частицами, значительно превышающих по своей величине капиллярные силы между частицами одинакового размера (сила капиллярного сцепления между шаром и плоскостью, в качестве которой можно представить поверхность грубодисперсной частицы, примерно в два раза больше силы капиллярного сцепления между двумя шарообразными частицами одинакового диаметра, причем это соотношение возрастает по мере заполнения жидкостью контактной зоны), приводит

к важному процессу капиллярного структурообразования – преимущественному прилипанию тонкодисперсных частиц к грубодисперсным с образованием агрегатов, которые мы назвали глобулами [9].

При дальнейшем увеличении влажности до 6–8% (рис. 4в) завершится образование равновесных адсорбционных слоев на крупных частицах и появятся «мениски» и силы капиллярного сцепления во всех контактных зонах. Величина критического размера увеличится, а количество частиц, вовлеченных в структурообразование, и количество агрегатов из частиц достигнут максимума. Увеличение влажности системы приводит к заполнению влагой контактных зон между тонкодисперсными частицами, а также между ними и грубодисперсными частицами. При этом силы капиллярного сцепления между первыми значительно уменьшаются, в то время как силы капиллярного сцепления между ними и грубодисперсными частицами останутся достаточно большими. Это стимулирует процесс разрушения агрегатов из тонкодисперсных частиц и переход последних в глобулы. Заполнение жидкостью микропор между тонкодисперсными частицами, прилипшими к поверхности крупных и соответственно находящимися в зонах их контакта, создаст условия для образования капиллярных «макроманжет» между глобулами, подобно тому, как происходит образование «макроманжеты» между шероховатыми частицами и появление сил капиллярного сцепления между ними. В этот момент количество тонкодисперсных частиц, сосредоточенных на поверхности грубодисперсных, достигнет максимума. Вследствие значительной площади «макроманжет» силы капиллярного сцепления между глобулами будут достаточно большими. Поэтому эквивалентный диаметр глобул окажется меньше критического размера, и глобулы образуют пространственный каркас с ячейками (порами), значительно превосходящими размеры отдельных глобул, а структура системы примет ячеисто-глобулярный характер.

Некоторая доля частиц, естественно, остается вне глобул и вне каркаса из них, так как в процессе перемешивания системы одни структурные элементы будут создаваться, а другие разрушаться.

Последующее увлажнение системы (рис. 4г) приводит к увеличению количества жидкости в зонах контакта грубодисперсных частиц и смыву тонкодисперсных частиц с поверхности крупных с разрушением глобул. Тонкодисперсные частицы при этом концентрируются в жидкостных манжетах между грубодисперсными частицами.

Таким образом, разрыхление и уменьшение насыпной плотности дисперсных систем после увлажнения с последующим перемешиванием происходит в результате образования агрегатов из частиц, соединенных силами капиллярного сцепления. Минимальная насыпная плотность бинарных систем в пересчете на сухое вещество достигается при влажности максимального глобулирования, что, в свою очередь, может служить признаком наибольшего развития этого практически важного процесса. Увеличением эквивалентного диаметра агрегатов объясняется также снижение величины насыпной плотности с увеличением удельной поверхности дисперсной системы при ее одинаковой влажности (рис. 5).

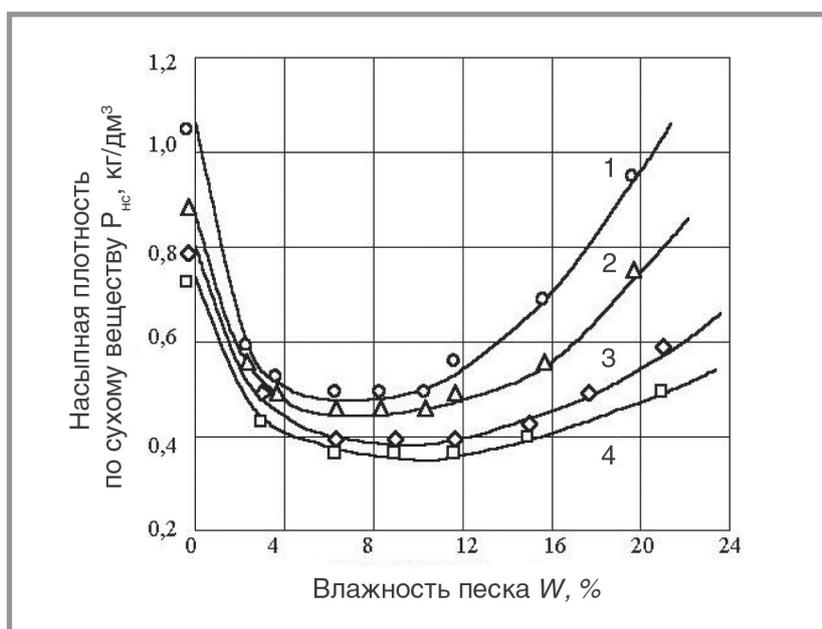


Рис. 5. Зависимость насыпной плотности песка по сухому веществу от влажности при удельной поверхности ($\text{м}^2/\text{кг}$):
1 – 103; 2 – 196; 3 – 298; 4 – 384

При влажности максимального глобулирования в результате действия капиллярных сил тонкодисперсные частицы цемента сосредотачиваются на поверхности грубодисперсных зерен песка и в зонах контакта последних, образуя ячеисто-глобулярную структуру, признаком которой является минимум насыпной плотности сырьевой смеси в пересчете на сухое вещество. Эта структура обуславливает оптимальную структуру композита, характеризующуюся наибольшей концентра-

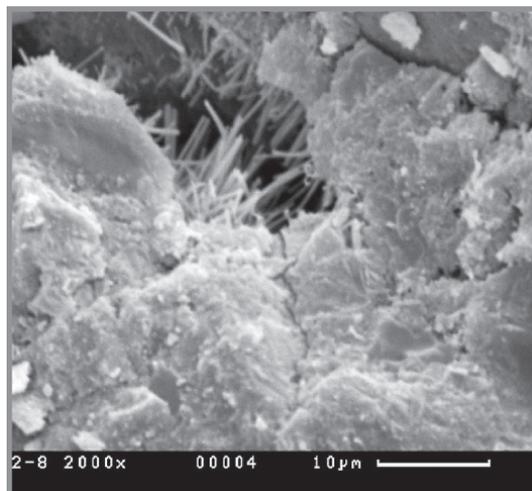


Рис. 6. Электронная микрофотография скола образца мелкозернистого бетона с оптимальной структурой

цией вяжущего в зонах контакта заполнителя, и как следствие, повышенной прочностью контактных зон (рис. 6). При этом жидкая фаза играет роль усиливающего компонента, упрочняя материал за счет перевода матричного цементирующего вещества из объемного состояния в пленочное с более высокими прочностью и структурированностью, а прочность полученного материала с оптимальной структурой при прочих равных условиях будет наибольшей, что иллюстрируется примерами из [1].

Капиллярные структуры образуются в дисперсных системах, применяемых для производства строительных материалов, не только в тех случаях, когда эти системы являются трехфазными на всем пути, от их приготовления до получения изделия, но и при сохранении трехфазного состояния только на отдельных этапах производства. Так, например, бетонная смесь во время перемешивания влажных заполнителей с цементом до подачи в смеситель воды всегда является трехфазной, независимо от того, какая смесь – жесткая или пластичная – будет получена в итоге. Образующаяся в начальный период приготовления капиллярная структура смеси будет сохраняться полностью или частично в процессе формования изделий и наложит свой отпечаток на строение и свойства уложенного бетона.

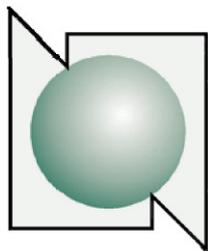
Сравнение мелкозернистого бетона, изготовленного прессованием из сырьевой смеси при оптимальной влажности, и такого же бетона, уплотненного вибрированием пластичной смеси, при прочих равных

условиях (одинаковых расходе цемента, сроке твердения и плотности затвердевшего бетона) свидетельствует о том, что при равной прочности экономия цемента при получении первого бетона по сравнению со вторым составляет до 30–35%, что свидетельствует о высокой технической и экономической эффективности технологических мероприятий по оптимизации структуры цементного композита на стадии приготовления сырьевой смеси.

Библиографический список:

1. Белов В.В. Оптимизация гранулометрического состава сырьевых смесей для получения прессованных бетонов на цементной связке / В.В. Белов, М.А. Смирнов // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. 2010. № 2. С. 7–17.
2. Мещерин В. Жесткий бетон – основа, применение и оптимизация / В. Мещерин, М. Гетце // СРІ – Международное бетонное производство. 2009. № 1. С. 88–93.
3. Гусев Б.В. Проблемы создания наноматериалов и развития нанотехнологий в строительстве // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: 2009. № 2. С. 5–10. № гос. регистрации 0421000108. URL: [http // www.nanobuild.ru](http://www.nanobuild.ru).
4. Гусев Б.В. Исследование процессов наноструктурирования в мелкозернистых бетонах с добавкой наночастиц диоксида кремния / Б.В. Гусев, Минсадров И.Н., Мироевский П.В. и др. // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. 2009. № 3. С. 8–14. № гос. регистрации 0421000108. URL: [http // www.nanobuild.ru](http://www.nanobuild.ru).
5. Урьев Н.Б. Структурированные дисперсные системы / Н.Б. Урьев // Соросовский образовательный журнал. 1998. № 6. С. 42–47.
6. Шмитько Е.И. Управление плотностью прессованных материалов путем рационального использования потенциала поверхностных и капиллярных сил / Е.И. Шмитько, С.В. Черкасов // Строительные материалы. 1993. № 8. С. 26–29.
7. Шмитько Е.И. Исследование влияния ПАВ на прессуемость дисперсных систем / Е.И. Шмитько, С.П. Нетесова // Современные проблемы строительного материаловедения: Мат. междунаучно-техн. конф. Ч. 1. Казань: КГАСА, 1996. С. 38–40.
8. Титова М.В. Оптимизация прессформования изделий из мелкозернистого бетона по критерию энергозатрат в зависимости от дисперсности частиц твердой фазы: Автореф. ... канд. дисс. / М.В. Титова. Воронеж, 2007. 22 с.
9. Берней И.И. Силы капиллярного сцепления и их влияние на технологию и свойства строительных материалов / И.И. Берней, В.В. Белов // Производство и применение асбестоцемента. – Межвуз. научн. сб. Калинин: ТГУ, 1979. С. 3–44.

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



НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
НАЦИОНАЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ
НАНОИНДУСТРИИ

Россия, 117246, Москва, Научный проезд, дом 20, стр. 4
Тел./факс: (495) 332-88-11 • E-mail: nanotech@nanotech.ru • <http://www.nanotech.ru/nan>

Уважаемые коллеги!

VII Международная научно-практическая конференция и выставка **«НАНОТЕХНОЛОГИИ – ПРОИЗВОДСТВУ-2010»** состоится **1–3 декабря 2010 г.** в г. Фрязино Московской области.

К участию в конференции приглашаем ученых, специалистов промышленности, бизнесменов, финансистов, инвесторов, представителей государственных и других структур, заинтересованных в промышленном внедрении нанотехнологий и практической коммерциализации результатов.

Опыт проведения шести предшествующих конференций и выставок подтвердил их эффективность. Представленные нанотехнологические разработки и образцы готовой нанопродукции показали широкие возможности перевооружения предприятий различных отраслей промышленности на базе нанотехнологий и организации выпуска конкурентной продукции на принципиально новой технологической основе. Конференции стали эффективным катализатором процесса создания отечественной nanoиндустрии в интересах

развития реальных секторов российской экономики, обеспечения позиций отечественных товаропроизводителей на внутреннем и внешнем рынках (итоги конференций, проведенных в последние три года, представлены на сайте www.nanotech.ru).

Организаторы VII научно-практической конференции «НАНОТЕХНОЛОГИИ – ПРОИЗВОДСТВУ-2010» – Министерство промышленности и науки Московской области, Торгово-промышленная палата Российской Федерации, Министерство энергетики РФ, ОАО «Российские железные дороги», Администрация г. Фрязино, Национальная ассоциация nanoиндустрии, ЗАО «Концерн Nanoиндустрия».

Юридическую поддержку конференции осуществляет компания «Алпс энд Чейс» (www.alpschase.com.ru).

Цель конференции остаётся неизменной – содействие деловому сотрудничеству в сфере создания и развития nanoиндустриальных производств, ориентированных на получение принципиально новых видов продукции, снижение энергоемкости технологических процессов, повышение безопасности, улучшение условий и качества жизни людей путем практического использования нанотехнологий.

Тематика конференции:

- инженерные технологии наноразмерного диапазона;
- моделирование нанопроцессов и наноструктур;
- применение наноструктур, наноматериалов и нанопокровтий;
- нанотехнологическое оборудование;
- нанотехнологии для экологии: утилизация и переработка отходов, снижение вредных выбросов в атмосферу;

- нанотехнологии для ТЭК: ресурсосбережение, альтернативные источники энергии;
- нанотехнологии в строительных материалах и конструкциях;
- нанотехнологии в ЖКХ;
- нанотехнологии для агропромышленного комплекса;
- нанотехнологии в машиностроении;
- нанотехнологии в металлургии;
- риски, связанные с нанотехнологиями, нанотоксикология.

В рамках конференции планируется организовать:

- пленарные заседания и доклады по отдельным направлениям развития нанотехнологий;
- стендовые доклады;
- круглые столы (тематика будет определена в ходе подготовки конференции и представлена в Информационном письме №2);
- выставку образцов нанотехнологической продукции и нанотехники.

Будут также созданы условия для проведения деловых переговоров.

**Справки по телефонам: : (495) 332-88-11, 332-88-22,
e-mail: nanotech@nanotech.ru, info2@nanotech.ru.**

Вся информация по вопросам организации конференции размещается по мере обновления на сайте <http://www.nanotech.ru/fr-2010>.

С уважением,

заместитель председателя
Организационного комитета конференции,
президент Национальной ассоциации наноиндустрии,
генеральный директор ЗАО Концерн «Наноиндустрия»



М.А. АНАНЯН

на правах рекламы

Информационным партнером конференции и выставки «НАНО-ТЕХНОЛОГИИ – ПРОИЗВОДСТВУ-2010» является электронное издание «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал», основной целью которого является информационное обеспечение процесса создания и внедрения наукоемких технологий (прежде всего – нанотехнологической продукции) в области строительства и ЖКХ.

Электронное издание «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» получило положительную оценку специалистов. В издании публикуют материалы своих исследований ведущие ученые Российской академии наук, Российской инженерной академии, Российской академии архитектуры и строительных наук, руководители и специалисты организаций и предприятий, преподаватели вузов, сотрудники НИИ и научных центров из различных регионов России, стран ближнего и дальнего зарубежья.

Также электронное издание «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал»

- ✓ **включено в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий Высшей аттестационной комиссии Министерства науки и образования РФ, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук;**
- ✓ **включено в систему Российского индекса научного цитирования. Основная информация о статьях размещается на сайте Научной электронной библиотеки (www.elibrary.ru), что позволяет значительно расширить читательскую аудиторию;**
- ✓ **зарегистрировано в Регистре ISSN (International standard serial numbering) и внесено в международную систему данных по периодическим изданиям (МСДПИ) международного Центра ISSN в г. Париже (Франция);**
- ✓ **осуществляет информационную поддержку различных мероприятий по nanoиндустрии и прикладным вопросам нанотехнологий в области строительства и ЖКХ, имеющих актуальное и перспективное научно-практическое значение.**

Редакция электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» предлагает подписаться на издание на 2011 год.

Редакция приглашает ведущих ученых, профессоров и преподавателей, докторантов и аспирантов вузов, сотрудников НИИ и научных центров к публикации результатов исследований в научном Интернет-журнале «Нанотехнологии в строительстве».

Ознакомиться с содержанием номеров журнала и перечнем требований к оформлению материалов можно на сайте издания www.nanobuild.ru. По вопросам публикации материалов следует обращаться по электронной почте **e-mail: info@nanobuild.ru**.



Л.А. УРХАНОВА и др. Мелкозернистый цементный бетон с нанодисперсным модификатором

УДК 67.09.31; 67.09.33

УРХАНОВА Лариса Алексеевна, доктор технических наук, и. о. профессора кафедры «Производство строительных материалов и изделий», Россия
ЛХАСАРАНОВ Солбон Александрович, аспирант кафедры «Производство строительных материалов и изделий», Россия
Восточно-Сибирский государственный технологический университет;
НОМОЕВ Андрей Валерьевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры экспериментальной физики, Россия
ЛЫГДЕНОВ Валерий Цырендондокович, научный сотрудник лаборатории физики наносистем, Россия, *Бурятский государственный университет*

URKHANOVA Larisa A., Doctor of Engineering, Professor of department «Production of building materials and wares», Russian Federation
LKHASARANOV Solbon A., Post-Graduator of department «Production of building materials and wares», Russian Federation
East-Siberian State Technological University;
NOMOEV Andrei V., Ph.D., Associate Professor of Experimental Physics, Russian Federation
LYGDENOV Valery Ts., Researcher Laboratory of Nanosystem Physics, Russian Federation
Buryat State University

МЕЛКОЗЕРНИСТЫЙ ЦЕМЕНТНЫЙ БЕТОН С НАНОДИСПЕРСНЫМ МОДИФИКАТОРОМ

FINE-GRAINED CEMENT CONCRETE WITH NANODISPERSED MODIFICATOR

Получен высокопрочный мелкозернистый бетон, модифицированный нанодисперсным порошком диоксида кремния. Исследовано влияние добавок диоксида кремния различной концентрации на структуру, механические свойства, фазовый состав цемента и мелкозернистого бетона на его основе.

The high performance fine-grained concrete modified of nanopowder of silicon dioxide is considered. The influence of additives of different concentration of silicon dioxide on the structure, mechanical properties, phase composition of cement and fine-grained concrete based on was researched.

Ключевые слова: нанодисперсный модификатор, диоксид кремния, цемент, мелкозернистый бетон, прочность.

Key-words: nanodispersed modifier, silicon dioxide, cement, fine-grained concrete, strength.

Внедрение в технологию бетона новых эффективных модификаторов структуры и свойств, композиционных вяжущих веществ, тонкодисперсных добавок, волокнистых наполнителей и совершенствование, с учетом их воздействия, структуры и технологии бетона позволяют существенно повысить прочность бетона и получить новые перспективные их виды. Широкие перспективы открывает применение в технологии бетона наноматериалов, в которых изменение размеров частиц приведет к возникновению нового качества материала [1]. Целью представленных исследований является реализация нанотехнологического подхода при производстве мелкозернистого бетона с использованием сырьевых материалов Забайкалья.

В качестве наномодификатора в цемент и бетон вводили нанодисперсный диоксид кремния SiO_2 (нанокремнезем) марки Таркосил Т-20, получаемый на ускорителе электронов способом, описанным в [2], с удельной поверхностью $123 \text{ м}^2/\text{г}$ (по данным прибора для измерения удельной поверхности «Сорби-М») и средним размером первичных частиц около 22–23 нм (рис. 1).

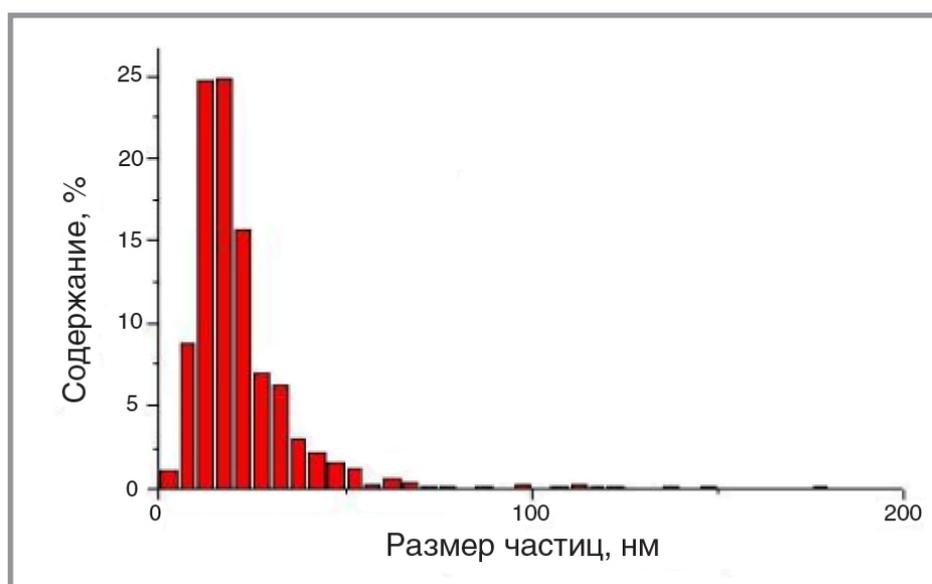


Рис. 1. Дифференциальная кривая распределения частиц нанокремнезема по размеру

Нанодисперсный порошок состоит более чем на 99% из аморфного кремнезема, содержание примесей, в масс. % : Al – 0,01, Fe – 0,01, Ti – 0,03. Ранее авторами [3] было получено износостойкое лакокрасочное покрытие на основе перхлорвиниловой и глифталевой смол путем модификации краски нанодисперсным порошком диоксида кремния.

В исследованиях были использованы водные суспензии нанодисперсного модификатора при его концентрации от 0,01 до 0,1% от массы цемента. Для лучшего диспергирования агломератов наночастиц диоксида кремния в воде был использован ультразвуковой диспергатор УЗДН-А. Установлено, что оптимальное время ультразвуковой обработки воды затворения с наночастицами кремнезема – 10 мин.

Авторами работы исследовано влияние модифицированной кремнеземсодержащими наночастицами воды затворения на характеристики цементного теста и камня. Установлено, что у цемента, затворенного водой, которая содержит нанопорошок различной концентрации, сокращаются сроки схватывания, в частности, начало схватывания. Одновременно возрастает подвижность цементного теста и её первоначальная сохраняемость во времени. Так, в зависимости от концентрации добавки, эффект повышения пластичности в начальный момент после завершения перемешивания составляет 50% и через 150 мин. достигает максимума – 80%.

Сокращение времени схватывания цемента при добавлении нанокремнезема связано с изменением скорости связывания $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в жидкой фазе. За счет интенсивной протонизации зерен цемента происходит переход избыточного количества $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в гидратный раствор, связывание молекул портландита аморфным кремнеземом. Развитие ионного обмена $\text{Ca}^{2+} \leftrightarrow 2\text{H}^+$ приводит к высвобождению новых молекул воды, что способствует увеличению пластификации цементного теста. Повышению пластичности цементного теста способствует и высвобождаемая иммобилизованная вода при пептизации агрегатов из флоккул цемента [4].

На рис. 2 приведены результаты изменения прочностных характеристик цементного камня, полученных при равной водопотребности исследуемых цементов при введении различной концентрации нанодисперсного модификатора. При увеличении концентрации нанокремнезема происходит увеличение прочности цементного камня в 1,6–1,8 раза

Л.А. УРХАНОВА и др. Мелкозернистый цементный бетон с нанодисперсным модификатором

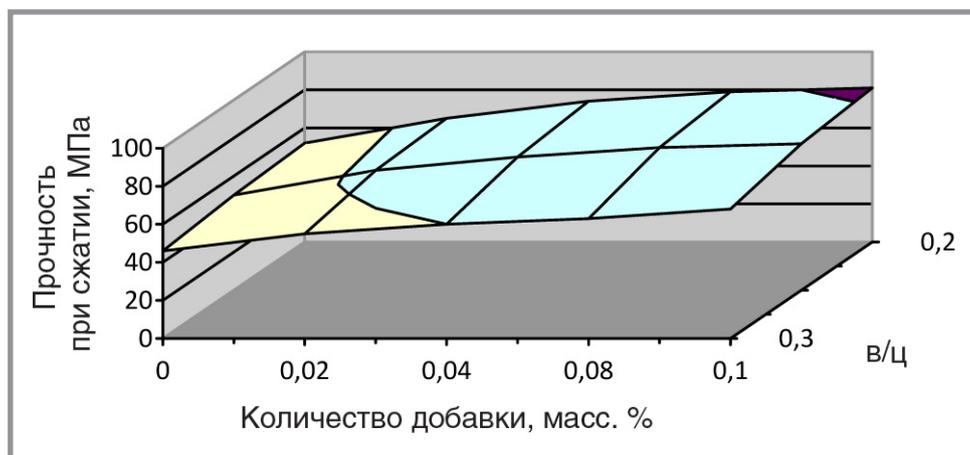


Рис. 2. Влияние количества добавки нанодисперсного модификатора на прочность цемента

при одинаковом водоцементном отношении, при этом происходит значительное увеличение подвижности цементного теста.

Полученные данные об изменении прочностных характеристик хорошо коррелируются с изменениями, происходящими при формировании структуры наномодифицированного цементного камня. Исследование структуры цементного камня с помощью сканирующего электронного микроскопа JSM-6510LV JEOL (Центр коллективного пользования «Прогресс» ВСГУ) подтвердило уменьшение пористости при введении наномодификатора (рис. 3). Нанодисперсный кремнезем, заполняя поры в структуре твердеющего камня, способствует повыше-

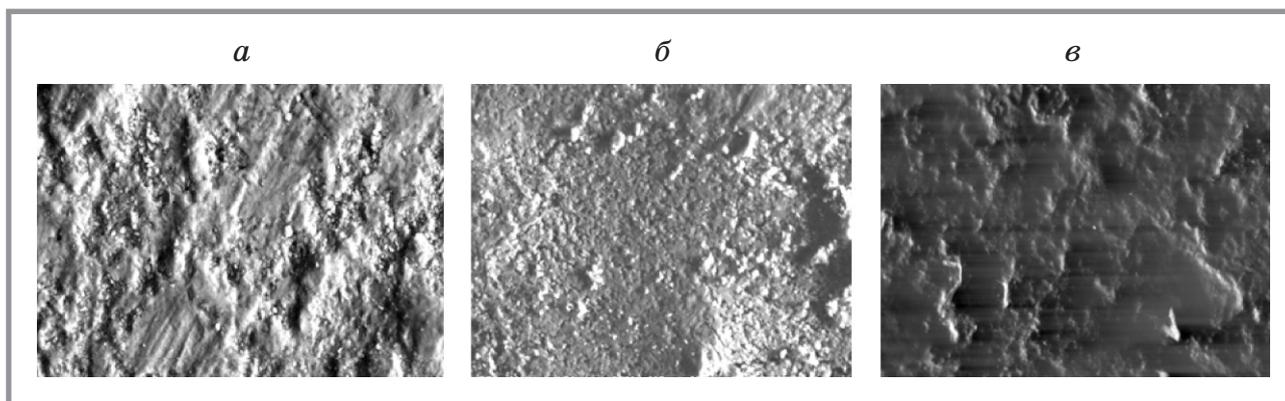


Рис. 3. Микрофотографии поверхности скола цементного камня:
а – цемента (x500); б – цемента с частицами нанокремнезема 0,02% (x500);
в – цемента с частицами нанокремнезема 0,1% (x500)

Л.А. УРХАНОВА и др. Мелкозернистый цементный бетон с нанодисперсным модификатором

нию его плотности (рис. 3 б, в). При этом наблюдается уменьшение содержания открытых пор, изменение распределения пор по размерам.

Высокая удельная поверхностная энергия наночастиц кремнезема изменяет термодинамические условия химических реакций и приводит

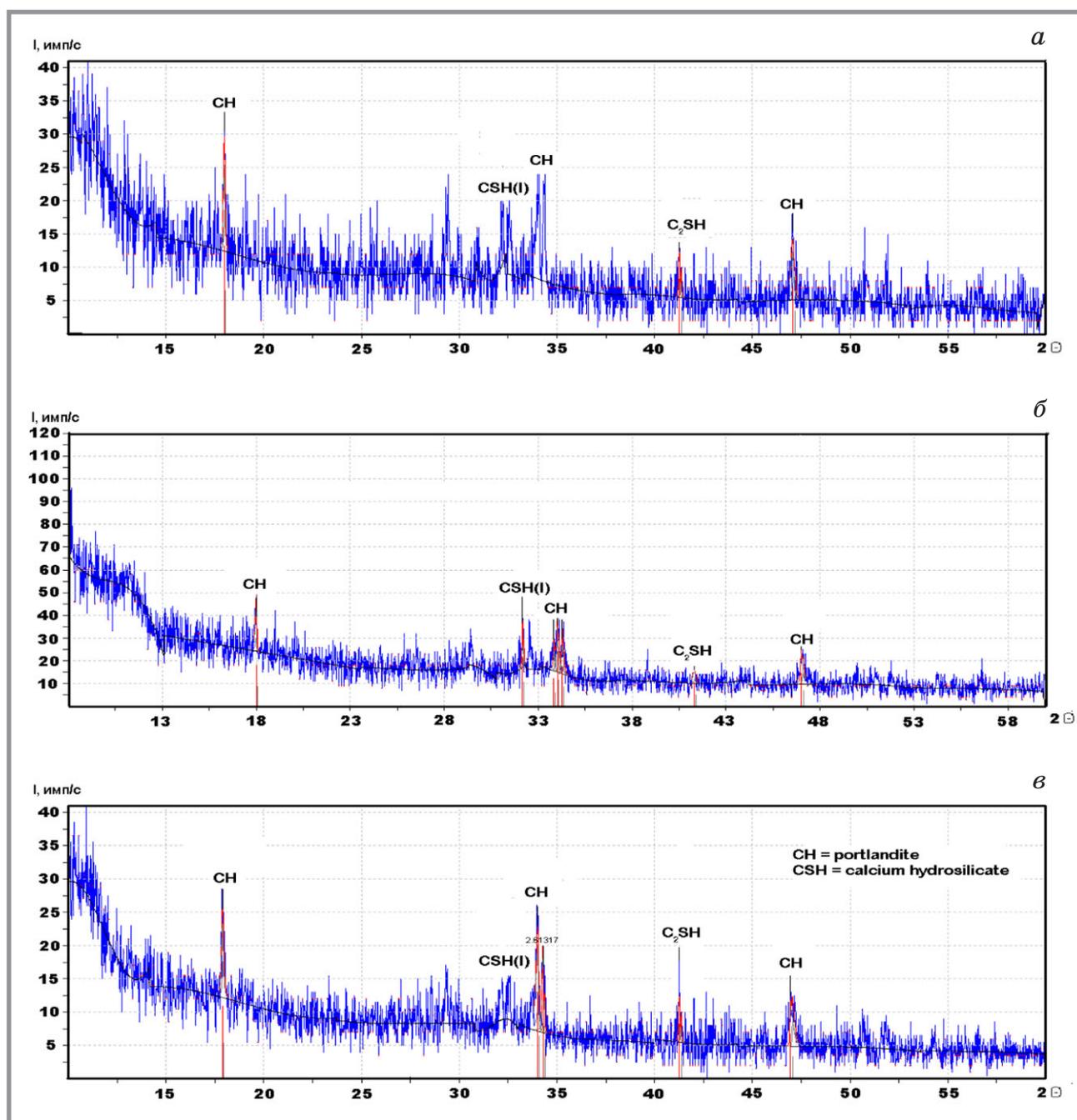


Рис. 4. Рентгенограммы цементного камня:

а – ПЦ + нанокремнезем (0,02%); б – ПЦ + нанокремнезем (0,1%); в – ПЦ

Л.А. УРХАНОВА и др. Мелкозернистый цементный бетон с нанодисперсным модификатором

к появлению продуктов измененного (по сравнению с цементом без модификатора) минералогического, морфологического и дисперсного составов. Введение добавки ускоряет пуццолановую реакцию, снижается интенсивность пиков, относимых к портландиту (рис. 4). Ускорение пуццолановой реакции и образование большого количества гидросиликатов кальция (ГСК), преимущественно низкоосновных, типа CSH(I), благодаря наночастицам аморфного нанокремнезема, увеличивает прочность ПЦ.

Учитывая, что использование высокопрочного мелкозернистого бетона (МЗБ) для монолитного строительства является актуальной задачей, в работе проводилась разработка составов и изучение свойств МЗБ на основе модифицированного цемента. Для широкомасштабного внедрения МЗБ необходимо решить проблему снижения расхода цемента и деформативных характеристик композита. Теоретическими предпосылками этого направления является модификация цементной матрицы и применение мелкого заполнителя с высокоплотной упаковкой.

Одним из возможных путей повышения эффективности использования МЗБ в монолитном строительстве является применение промышленных отходов – отсевов дробления горных пород вместо природных средне- и крупнозернистых песков, дефицит которых весьма ощутим в настоящее время в РФ [5]. Как известно, все методики расчета состава бетонной смеси основаны на использовании модуля крупности заполнителя, который позволяет учитывать плотность упаковки для определе-

Таблица 1

**Результаты расчета гранулометрического состава
заполнителей для МЗБ**

Вид бетона	Ситовые фракции, мм	Плотность упаковки
Бетон на природном песке	0,14–2,5	0,675
Бетон с песком и гранитными отсевами	0,14–2,5 2,5–5	0,62
Бетон с высокоплотной упаковкой	0,14–0,315 1,25–2,5	0,657
Бетон с наполнителями А и Б	0,14–2,5	0,74

Л.А. УРХАНОВА и др. Мелкозернистый цементный бетон с нанодисперсным модификатором

ния расхода вяжущего на обволакивание зерен заполнителя, создания контактной зоны и заполнения межзернового состава. Анализ плотности упаковки различных фракций природного песка, песка с гранитны-

Таблица 2

Физико-механические характеристики мелкозернистого бетона с добавкой нанокремнезема

Показатели	Вид бетона					
	Бетон на природном песке	Бетон на природном песке, с добавкой 0,1%	Бетон с песком и гранитными отсевами	Бетон с песком, гранитными отсевами и добавкой (0,1%)	Бетон с высокоплотной упаковкой (добавка – 0,1%)	Бетон с наполнителями А и Б (добавка – 0,05%)
Состав бетона, кг/м ³ :						
– вяжущее (цемент)	550	550	550	550	550	550
– песок природный	1375	1375	687	687	фр. 1,25–2,5 – 344; фр. 0,14–0,315 – 344	1375
– гранитный отсев (2,5–5)	–	–	687	687	687	–
– наполнитель А (80–160 мкм)	–	–	–	–	–	172
– наполнитель Б (40–80 мкм)	–	–	–	–	–	64
– вода, л/м ³	225	204	209	204	220	220
Средняя плотность, кг/м ³	2170	2330	2325	2245	2140	2425
Прочность при сжатии (3 сут.), МПа	20	38	28	32	21	28
Прочность при сжатии (28 сут.), МПа	35	53	44	60	30	40

ми отсевами дробления, песка с определенными фракциями зерен, песка с микронаполнителями двухфракционного состава (А=160–80 мкм, В=80–40 мкм) показал увеличение плотности упаковки с использованием полифракционного песка и микронаполнителей (табл. 1). С использованием представленных заполнителей был проведен расчет состава МЗБ и определение его свойств при нормальном твердении с использованием нанодисперсного модификатора.

Анализ проведенных испытаний бетонов, изготовленных из наномодифицированных бетонных смесей при разном В/Ц, позволяет сделать вывод, что применение наномодификатора приводит к повышению прочностных показателей, улучшению гидрофизических, снижению деформативных свойств МЗБ (табл. 2, рис. 5). Установлено, что при затворении бетонной смеси наномодифицированной водой затворения происходит повышение подвижности смеси при одинаковом водоцементном отношении или снижение расхода воды при одинаковой подвижности бетонной смеси. Также выявлено значительное повышение времени сохранения свойств наномодифицированных бетонных смесей

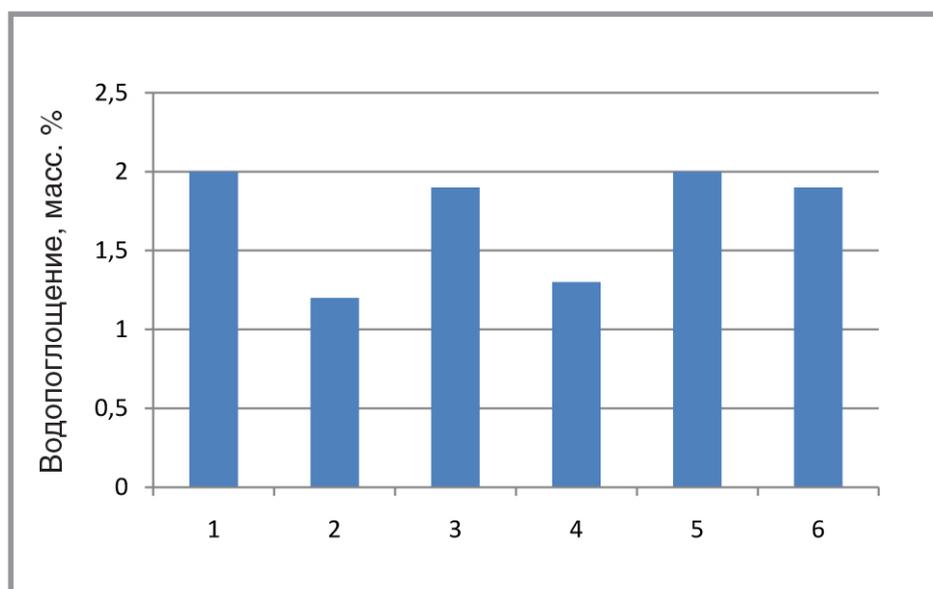


Рис. 5. Водопоглощение (масс. %) МЗБ:

- 1 – МЗБ на песке; 2 – МЗБ на песке + добавка;
- 3 – МЗБ на песке и гранитной крошке; 4 – то же + добавка;
- 5 – МЗБ с определенной фракцией песка + добавка;
- 6 – МЗБ с микронаполнителями + добавка

Л.А. УРХАНОВА и др. Мелкозернистый цементный бетон с нанодисперсным модификатором

до 2–2,5 раз, что благоприятным образом сказывается на возможности их транспортировки на значительное расстояние.

При использовании наноразмерных частиц кремнезема возникает их агломерация, снижающая дисперсность и равномерность распределения частиц в объеме бетона, и, как следствие, однородность физико-механических свойств. Для устранения этого недостатка нанокремнезем вводили в бетонную смесь в сочетании с суперпластификатором Полипласт СП-1, что привело к дополнительному снижению В/Ц отношения бетонных смесей и получению высокопрочного бетона (табл. 3).

Таблица 3

Физико-механические характеристики МЗБ с добавкой нанокремнезема (0,1%) + суперпластификатор СП-1

Показатели	Вид бетона			
	Бетон с песком и гранитными отсевами	Бетон с песком и гранитными отсевами и с добавкой нанокремнезема + СП-1 (0,1%)	Бетон с песком и гранитными отсевами и с добавкой нанокремнезема + СП-1 (0,5%)	Бетон с песком и гранитными отсевами и с добавкой нанокремнезема + СП-1 (1%)
Состав бетона, кг/м ³ :				
– вяжущее (цемент)	550	550	550	550
– песок природный	687	687	687	687
– гранитный отсев (2,5–5 мм)	687	687	687	687
– вода, л/м ³	209	175	170	165
– суперпластификатор СП-1	–	0,55	2,75	5,5
Средняя плотность, кг/м ³	2325	2430	2240	2350
Прочность при сжатии (3 сут.), МПа	28	32	35	38
Прочность при сжатии (28 сут.), МПа	44	62	64	69

Л.А. УРХАНОВА и др. Мелкозернистый цементный бетон с нанодисперсным модификатором

Авторами работы было апробировано введение модифицирующей добавки не только в бетон на основе цемента, но и в бесцементные вяжущие и бетоны на их основе. На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. На основе анализа современного состояния вопроса использования нанотехнологий в строительстве показана перспективность применения нанокремнезема, полученного методом испарения вещества релятивистским пучком электронов, в качестве модификатора, способного повышать эксплуатационные свойства строительных материалов как на основе цемента, так и бесцементного вяжущего.
2. Разработана методика совмещения наномодификатора с водой затворения, позволяющая получать суспензии с высокой седиментационно-агрегативной устойчивостью.
3. На основании изучения физико-механических свойств цементных композиций определен интервал наномодификатора, введение которого позволяет регулировать реологию цементного теста, структуру и физико-механические характеристики цементного камня. Показан рост прочности наномодифицированного цементного камня, составляющий в среднем 1,6–1,8 раза.
4. На основании проведенных исследований разработаны составы наномодифицированных бетонных смесей и бетонов, обеспечивающие увеличение подвижности (до 1,5 раз) и сохраняемости (до 2,0 раз) бетонной смеси, повышение прочности (до 50–60%) бетонов.

Уважаемые коллеги!

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

Урханова Л.А., Лхасаранов С.А., Номоев А.В., Лыгденов В.Ц. Мелкозернистый цементный бетон с нанодисперсным модификатором // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2010, Том 2, № 4. С. 42–52. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_4_2010.pdf (дата обращения: __ ____).

Dear colleagues!

The reference to this paper has the following citation format:

Urkhanova L.F., Lkhasaranov S.A., Nomoev A.V., Lygdenov V.Ts. Fine cement concrete with nanodispersed modifier. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2010, Vol. 2, no. 4, pp. 42–52. Available at: http://www.nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_4_2010.pdf (Accessed __ ____). (In Russian).

Библиографический список:

1. *Баженов Ю.М.* Технология наномодифицирования строительных материалов / Ю.М. Баженов, Е.В. Королев: Сб. докл. участн. круглого стола «Наносистемы в строительстве и производстве строительных материалов». – М.: АСВ, 2007. С. 33–38.
2. Патент РФ №2067077 С1, МПК 6 С01В33/18. Способ получения ультрадисперсной двуокиси кремния, устройство для его осуществления и ультрадисперсная двуокись кремния / В.П. Лукашов, С.П. Бардаханов, Р.А. Салимов, А.И. Корчагин, С.Н. Фадеев; заявл. 30.10.1995; опубл. 18.03.96. Бюл. №27.
3. *Номоев А.В.* Влияние нанопорошка диоксида кремния на износостойкость лакокрасочного покрытия / А.В. Номоев, В.Ц. Лыгденов, С.П. Бардаханов // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. – 2010. №3. С. 20–24.
4. *Пухаренко Ю.В.* Структура и свойства наномодифицированных цементных систем / Ю.В. Пухаренко, И.У. Аубакирова, В.А. Никитин // Наука и инновации в строительстве. Современные проблемы строительного материаловедения и технологии: сб. тр. межд. конф. – Воронеж, 2008. – Т. 1. Кн. 2. С. 424–429.
5. *Глаголев Е.С.* Высокопрочный мелкозернистый бетон на композиционных вяжущих и техногенных песках для монолитного строительства: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Белгород: Изд-во БГТУ им. Шухова, 2010. – 20 с.

Контактная информация для переписки:

e-mail: solbon230187@mail.ru

II МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА
«НАНОТЕХНОЛОГИИ. КАЗАНЬ-2010»
И
XI МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«НАНОТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ»
8–10 ДЕКАБРЯ 2010 ГОДА

II INTERNATIONAL SPECIALIZED EXHIBITION
«NANOTECHNOLOGIES. KAZAN-2010»
and
XI INTERNATIONAL THEORETICAL AND PRACTICAL CONFERENCE
«NANOTECHNOLOGIES IN INDUSTRY»
8–10 DECEMBER 2010

ОРГАНИЗАТОРЫ ВЫСТАВКИ:

Правительство Республики Татарстан
Министерство промышленности и торговли Республики Татарстан
Мэрия города Казани
ОАО «Казанская ярмарка»

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ

Государственной Корпорации «РОСНАНО»

ЭКСПОЗИЦИЯ ВЫСТАВКИ:

- наноматериалы и нанотехнологии;
- технологии и оборудование для производства наноматериалов;
- услуги в области нанотехнологий;
- готовая продукция с использованием нанотехнологий и наноматериалов;

- применение нанотехнологий в различных областях промышленности;
- наноинженерия и наноэлектроника;
- модули и оригинальные компоненты на основе наноматериалов;
- наноматериалы для компонентов и микросистем;
- инновации.

ЦЕЛИ ВЫСТАВКИ:

- ✓ демонстрация уникальных достижений предприятий и научных коллективов в области нанотехнологий и наноматериалов, содействие их продвижению на международный рынок;
- ✓ техники и производства;
- ✓ продвижение на рынок высокотехнологичной продукции и принципиально новых материалов с уникальными потребительскими свойствами;
- ✓ содействие формированию и реализации региональных программ в области нанотехнологий и наноматериалов;
- ✓ содействие коммерциализации результатов научно-технической деятельности гражданского назначения.

УЧАСТНИКИ ВЫСТАВКИ

Российские производители оборудования для различных отраслей промышленности, научно-исследовательские и проектные институты, высшие учебные заведения, научные лаборатории, научно-исследовательские центры, инвестиционные фонды, финансовые и консалтинговые компании, министерства и ведомства, отраслевые союзы и ассоциации, представители российских и зарубежных деловых кругов.

КОНФЕРЕНЦИЯ

В рамках деловой программы выставки планируется проведение XI Международной конференции «Нанотехнологии в промышленности», организаторами которой выступят: Академия наук Республики Татарстан, Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева, Казанский государственный университет им. Ульянова-Ленина, Казанский государственный технологический университет им. С.М. Киорова, а также ведущие ученые и специалисты, органы государственной власти и промышленные предприятия России и зарубежья.

ИТОГИ ПРОВЕДЕНИЯ **I Международной специализированной выставки** **«НАНОТЕХНОЛОГИИ. КАЗАНЬ-2009»**

И

X Международной научно-практической конференции **«НАНОТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ»**

В работе I Международной специализированной выставки «Нанотехнологии. Казань-2009» приняли участие 64 компании. Площадь экспозиции составила 512 кв. м.

Участниками выставки стали предприятия и организации из Казани, Москвы, Санкт-Петербурга, Перми, Томска, Воронежа, Менделеевска, Сарова, Курска, Белгорода, Удмуртии, Набережных Челнов, а также московское представительство японской компании.

Выставку посетили около 3000 человек из 25 городов и районов Республики Татарстан, а также 27 городов Российской Федерации, в том числе из Москвы, Санкт-Петербурга, Екатеринбурга, Красноярска, Новосибирска, Оренбурга, Перми, Самары, Тулы, Челябинска, Ярославля; Владимирской, Кировской, Ленинградской, Московской, Нижегородской, Оренбургской, Самарской, Томской, Ульяновской областей; Пермского края, Башкортостана, Чувашии, Удмуртии. Страны дальнего зарубежья представили участники из Украины и Чехии.

В конференции приняли участие 316 человек, в том числе представители вузов Казани, Москвы, Самары, Ижевска, Уфы, Украины, предприятий нефтегазовой, химической, авиа- и автомобильной промышленности, госучреждений и научно-исследовательских институтов РАН и академии наук Республики Татарстан.

По итогам конференции был организован круглый стол под председательством первого вице-премьера Республики Татарстан Б.П. Павлова, где обсуждались результаты работы, были подведены итоги прошедшего нанофорума, сделаны выводы и выработаны соответствующие рекомендации.

Стоимость участия* для компаний РФ и СНГ	Стоимость участия для иностранных компаний
Регистрационный сбор – 3 500 руб.	Регистрационный сбор – 115 евро.
Оборудованная выставочная площадь – 3 500 руб. за 1 кв. м.	Оборудованная выставочная площадь – 115 евро за 1 кв. м.
Открытая выставочная площадь – 1 500 руб. за 1 кв. м.	Открытая выставочная площадь – 50 евро за 1 кв. м.

* Цены даны с учетом НДС.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ

ОАО «Казанская ярмарка» – один из крупнейших и динамично развивающихся выставочных центров России – является членом Российского союза выставок и ярмарок (РСВЯ) и Всемирной ассоциации выставочной индустрии (УФИ). Система менеджмента качества ОАО «Казанская ярмарка» сертифицирована на соответствие требованиям Международного стандарта ISO 9001-2008. На территории выставочного центра расположены 3 павильона общей площадью 6700 кв. м, павильон приемов и презентаций VIP-класса, бизнес-центр. Площадь всей территории выставочного комплекса – 12,1 га.

ОРГКОМИТЕТ ВЫСТАВКИ:

Тел./факс: (843) 570-51-15, 570-51-11 (круглосуточно).

Россия, 420059, г. Казань, Оренбургский тракт, 8,

ОАО «Казанская ярмарка».

E-mail: kazanexpo@telebit.ru, d1@expokazan.ru

<http://www.expokazan.ru>, www.nanotehexpo.ru

Электронное издание «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» является информационным спонсором II Международной специализированной выставки «Нанотехнологии. Казань-2010» и XI Международной научно-практической конференции «Нанотехнологии в промышленности».

**РОСНАНО**

Российская корпорация нанотехнологий

ПРОЕКТЫ
РОСНАНО

RUSNANO Projects

РОСНАНО – МАСШТАБНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТ**RUSNANO – THE LARGE-SCALE STATE PROJECT**

В статье приведена информация о подготовке и переподготовке кадров по направлению «Применение нанотехнологий в строительной сфере» в Белгородской области, а также о создании Центра трансфера технологий; подписании соглашения о сотрудничестве между РОСНАНО и Федеральным фондом содействия развитию жилищного строительства.

Благодаря использованию наномодификатора «Унирем» долговечность асфальтобетонного покрытия повышается на треть, а отдельные характеристики – например, устойчивость к циклам замораживания-оттаивания – более чем в 10 раз.

The article gives information on staff training and retraining for course «Implementation of Nanotechnologies in Construction» in Belgorod region, and also on Technologies Transfer Center creation; on signing cooperation agreement between RUSNANO and Federal Fund of Housing Development Assistance.

Due to use of nanomodifier «Unirem» asphaltic concrete pavement's durability increases by third and some of its characteristics – for example, resistance to freeze-thaw cycles – more than 10 times.

Ключевые слова: РОСНАНО, нанотехнологии в сфере строительства и ЖКХ, nanoиндустрия, наноструктурированное покрытие, наномодификатор, наноматериалы.

Key-words: RUSNANO, nanotechnologies in construction and housing and communal services, nanoindustry, nanostructured coating, nanomodifier, nanomaterials.

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

Генеральный директор РОСНАНО Анатолий Чубайс и губернатор Белгородской области Евгений Савченко подписали Соглашение о сотрудничестве

Целью Соглашения является формирование на территории Белгородской области элементов национальной нанотехнологической сети, предоставляющей условия для масштабного наращивания производства продукции nanoиндустрии. На территории региона будет сформирована инновационная инфраструктура для развития научного и технологического потенциала и коммерциализации перспективных разработок предприятий и организаций Белгородской области в сфере нанотехнологий.

Со стороны РОСНАНО ответственным за реализацию Соглашения и Региональной целевой программы Корпорации по Белгородской области на 2010–2012 гг. назначен директор департамента по взаимодействию с федеральными и региональными органами власти **Дмитрий Криницкий**.

Корпорация будет содействовать взаимодействию региона с частными, институциональными и портфельными инвесторами, а также кредитными организациями по реализации инновационных проектов.

Кроме того, РОСНАНО окажет организационную и консультационную поддержку по созданию в регионе упаковочной компании.

По словам **Дмитрия Криницкого**, администрация региона обязуется привлечь кредитные ресурсы коммерческих банков, финансовые ресурсы лизинговых компаний и иные формы финансирования проектов, реализуемых на территории Белгородской области, соинвестором которых выступает Корпорация.

РОСНАНО также обязуется обеспечить софинансирование разработки Программы Белгородской области по стимулированию спроса на нанотехнологическую продукцию в объеме 5 млн рублей, а также подготовку и переподготовку кадров по направлению «Применение нанотехнологий в строительной сфере» с объемом финансирования 16 млн рублей. В области планируется создать подсистему дополнительного профессионального образования, состоящую из сети образовательных учреждений и организаций, научных центров и бизнес-школ.

Кроме того, проектам РОСНАНО будут предоставлены производственные площадки на территории области. «Большое внимание будет уделено формированию спроса на продукцию отечественной nanoиндустрии, – заявил **Дмитрий Криницкий**. Ожидается, что уже в текущем году в региональные и муниципальные программы строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов по программам Белгородской области будет включено строительство энергоэффективных малоэтажных домов эконом-класса с использованием инновационных наноматериалов».

Планируется, что к 1 октября текущего года будет утвержден план совместных мероприятий на 2011–2012 годы по стимулированию спроса на инновационную, в том числе – нанотехнологическую продукцию.

РОСНАНО и Российская академия наук создают Центр трансфера технологий

РОСНАНО и Российская академия наук приняли решение о создании Центра трансфера технологий (ЦТТ). Данный проект реализуется в рамках соглашения о сотрудничестве между Корпорацией и РАН.

Задачей Центра является коммерциализация знаний и технологий, разработанных научными институтами РАН. Проекты, созданные в ре-

зультате деятельности центра, по мере их готовности будут направляться в качестве заявок в РОСНАНО, а затем – в фонды посевных и венчурных инвестиций.

«Необходимо сделать результаты научно-исследовательских работ понятными для бизнеса и инвестиционно привлекательными. Этим и будет заниматься Центр трансфера технологий», – говорит **Евгений Евдокимов**, управляющий директор управления по инфраструктурной деятельности РОСНАНО.

Сотрудники Центра с помощью внешних экспертов будут проводить научно-техническую экспертизу и определять коммерческую привлекательность представленных технологий. По проектам, прошедшим этот этап отбора, будет проводиться доработка бизнес-составляющей, включающей разработку бизнес-модели, маркетингового плана и бизнес-плана проекта.

По мере развития деятельности ЦТТ важным функциональным направлением станет мониторинг внешней среды по поиску технологических трендов и проблем, а также анализ дорожных карт развития индустрии. В перспективе Центр займется анализом возможностей институтов РАН в решении технологических проблем и создании необходимых продуктов и технологий для удовлетворения потребностей рынка.

Центр трансфера технологий учреждается в форме некоммерческого партнерства РОСНАНО и РАН. Общий бюджет проекта составит 65,4 млн рублей, из которых РОСНАНО профинансирует 34,94 млн рублей.

Справка

Российская академия наук учреждена по распоряжению императора Петра I Указом правительствующего Сената от 28 января (8 февраля) 1724 года. Она воссоздана Указом Президента Российской Федерации от 21 ноября 1991 года как высшее научное учреждение России. Российская академия наук (РАН) является самоуправляемой некоммерческой организацией (учреждением), имеющей государственный статус. Российская академия наук действует на основе законодательства Российской Федерации и собственного Устава. На территории Российской Федерации Российская академия наук является правопреемницей Академии наук СССР. Основной целью деятельности

Российской академии наук является организация и проведение фундаментальных исследований, направленных на получение новых знаний о законах развития природы, общества, человека и способствующих технологическому, экономическому, социальному и духовному развитию России. Президент Российской академии наук – Юрий Сергеевич Осипов.

РОСНАНО и Федеральный фонд содействия развитию жилищного строительства подписали соглашение о сотрудничестве

Это соглашение нацелено на расширение использования инновационных материалов в сфере строительства, в том числе, созданных с использованием нанотехнологий. Это, в частности, позволит добиться соответствия объектов, возводимых на земельных участках Фонда «РЖС», таким международным «зеленым» стандартам, как LEED и BREEAM.

В соответствии с Соглашением, РОСНАНО предоставит Фонду «РЖС» доступ к имеющейся информации в области инновационных строительных наноматериалов, а при необходимости окажет содействие в организации поставок продукции проектных компаний. Кроме того, стороны намерены разработать долгосрочный прогноз использования перспективных материалов в строительстве.



Свои подписи под документом поставили генеральный директор РОСНАНО Анатолий Чубайс и генеральный директор Федерального фонда содействия развитию жилищного строительства (Фонд «РЖС») Александр Браверман

РОСНАНО, в свою очередь, рассмотрит возможность использования участков Фонда «РЖС» в качестве промышленных площадок для размещения производств инновационных строительных материалов проектных компаний.

В рамках Соглашения РОСНАНО и Фонд «РЖС» планируют создать рабочую группу, в сферу компетенции которой войдет определение перечня приоритетных направлений развития строительных материалов и конкретных продуктов, созданных с использованием нанотехнологий.

«Я вижу, что мы можем выстроить внятную работу с понятными практическими результатами. Корпорация уже сегодня может предложить Фонду широкий ассортимент продукции наших проектных компаний. Назову несколько направлений: это композиционные материалы, антипирены, светодиоды, солнечные батареи», – заявил Анатолий Чубайс.

План совместных действий будет разработан в ближайшее время и охватит период с сентября 2010 по декабрь 2011 года.

Справка

Федеральный фонд содействия развитию жилищного строительства (Фонд «РЖС») создан во исполнение Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2008 года №715 «О мерах по развитию жилищного строительства». Основная цель деятельности Фонда – формирование благоприятной среды жизнедеятельности человека и общества в части создания безопасных и благоприятных условий проживания для всех категорий граждан, содействия развитию жилищного строительства, развитию объектов инженерной инфраструктуры, объектов социальной, транспортной инфраструктуры, развитию производства строительных материалов, изделий, конструкций для жилищного строительства, содействие созданию промышленных парков, технопарков, бизнес-инкубаторов. Участки, информация о которых внесена в Фонд, предназначены для реализации всех целей деятельности Фонда «РЖС»: комплексного жилищного строительства; размещения производственных объектов, в том числе промышленности строительных материалов, изделий и конструкций; создания бизнес-инкубаторов и технопарков; малоэтажного жилищного строи-

тельства. Ввод в оборот этих участков позволит решить задачу сбалансированности предложения рынку участков земли разной площади и предназначения. Планируется, что, начиная с 2010 года, будут создаваться условия для того, чтобы 20–30% годового ввода жилья приходилось на участки, выставленные на аукционы или переданные Фондом субъектам федерации.

РОСНАНО и компания «Уником» показали журналистам, как строить дороги «с умом и без дураков»

28–29 июля Департамент внешних коммуникаций РОСНАНО и проектная компания «Уником» организовали пресс-тур на Валдае для журналистов. Выбор места не случаен – именно здесь, в районе знаменитых Валдайских озер, на участке 386–388 км трассы М10 Москва – Санкт-Петербург в 2004 году был уложен асфальт с модификатором «Унирем». В асфальтобетонное покрытие добавлены микро-частицы резины от использованных автопокрышек, полученные по технологии высокотемпературного сдвигового измельчения. В нынешнем году журналисты из Москвы и Санкт-Петербурга смогли своими глазами увидеть, чем наноасфальт отличается от обычного дорожного покрытия, уложенного на соседней полосе.

Вечером 28 июля на Валдае состоялся «медиа-костер», участниками которого стали председатель совета директоров ООО «Уником»



Михаил Лернер, старший инвестиционный менеджер РОСНАНО Руслан Саркисов, почетный дорожник РФ Сергей Дубина, а также представители ФДА «Росавтодор». В неформальной беседе обсуждались проблемы дорожного строительства и эксплуатации дорожного покрытия в России, технология производства уникального покрытия компании «Уником», перспективы проекта в России и за рубежом.

Как сообщил журналистам председатель совета директоров «Уникома» **Михаил Лернер**, в 2009 году в России с использованием нанопокрyтия было построено 1,7 млн кв. метров дорог. В 2010 году планируется построить 3 млн кв. метров дорог с использованием новых технологий. Сейчас компания имеет завод в Подольске мощностью в 10 тыс. тонн материала в год. В 2010 году планируется запустить производство на юге России, в городе Невинномысск. Кроме того, интерес к российской разработке был проявлен в Канаде и Саудовской Аравии.

29 июля дорожная лаборатория МАДИ по заказу Росавтодора в пятый раз провела мониторинг состояния асфальта на участке трассы Москва – Санкт-Петербург. Измерения показали, что на пятый год эксплуатации экспериментальный участок с 386 по 388 км – почти как новый, дорога находится в отличном состоянии и не требует текущего ремонта. Благодаря использованию наномодификатора «Унирем» долговечность асфальтобетонна повышается на треть, а отдельные характеристики – например, устойчивость к циклам замораживания-оттаивания – более чем в 10 раз. Проект важен и для экологии: вопрос утилизации автомобильных покрышек, которые сами по себе в природе не разлагаются, стоит очень остро. Сегодня переработке подвергается только 5–8% от их годового накопления.

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



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
 РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
 БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
 им. В.Г. ШУХОВА
 ФАКУЛЬТЕТ НАУК О МАТЕРИАЛАХ МГУ ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА
 РХТУ им. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА
 САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
 (ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
 РОССИЙСКОЕ КЕРАМИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО



THE MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE RUSSIAN FEDERATION
 RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCE
 BELGOROD SHUKHOV STATE TECHNOLOGICAL UNIVERSITY
 MATERIAL SCIENCE DEPARTMENT OF MOSCOW LOMONOSOV STATE UNIVERSITY
 RUSSIAN MENDELEEV CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL UNIVERSITY
 ST.-PETERSBURG STATE TECHNOLOGICAL INSTITUTE (TECHNICAL UNIVERSITY)
 RUSSIAN CERAMIC SOCIETY

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
 С ЭЛЕМЕНТАМИ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ ДЛЯ МОЛОДЁЖИ
 «КЕРАМИКА И ОГНЕУПОРЫ:
 ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ
 И НАНОТЕХНОЛОГИИ»**

9–12 НОЯБРЯ 2010 ГОДА

**INTERNATIONAL CONFERENCE
 WITH ELEMENTS OF SCIENTIFIC SCHOOL FOR YOUNG PEOPLE
 «CERAMIC AND REFRACTORY MATERIALS:
 PERSPECTIVE SOLUTIONS
 AND TECHNOLOGIES»**

9–12 NOVEMBER 2010

В ноябре 2010 г. в БГТУ им. В.Г. Шухова пройдет **Международная конференция с элементами научной школы для молодежи**. Планируется обсудить вопросы синтеза наносистем, наноструктурного регулирования твердых фаз, создания

International conference with elements of scientific school for young people will be held in Belgorod Shukhov State Technological University in November 2010. Such problems as nanosystems synthesis, nanostuctural regulating of solid phases, creation

новых керамических композиционных материалов с заданными свойствами – направлений, отвечающих современным тенденциям развития науки и техники. Конференция проходит в соответствии с планом мероприятий Научного совета РАН по керамическим и другим неметаллическим материалам.

В рамках конференции будет рассмотрен широкий круг вопросов в сфере фундаментальных и прикладных исследований, опытно-конструкторских разработок и проблем реального производства. Состав участников – от студентов и аспирантов до ведущих ученых и специалистов, работающих в области технологии керамики, огнеупоров и композиционных материалов.

of new ceramic composition materials with specified characteristics – research lines referring to modern trends in science and technology development – are planned to be discussed. The Conference will be carried out according to event plan of Scientific Council of RAS on ceramic and other non-metal materials.

At the conference the wide range of questions in the sphere of fundamental and applied researches, engineering development and problems of actual production will be considered. Participants – from students and post graduate students to top scientists and specialists who work in the sphere of ceramic technologies, refractory materials and composition materials.



Зал заседаний

Президиум конференции:
члены оргкомитета – Евтушенко Е.И.
 (зам. председателя оргкомитета конференции,
 проректор по научной работе БГТУ
 им. В.Г. Шухова);

Третьяков Ю.Д. (председатель оргкомитета
 конференции, академик РАН, декан факуль-
 тета наук о материалах МГУ
 им. М.В. Ломоносова);

Пивинский Ю.Е. (член оргкомитета,
 ООО «НВФ «КЕРАМБЕТ-ОГНЕУПОР»,
 г. Санкт-Петербург)

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТЫ КОНФЕРЕНЦИИ:

1. Физико-химические основы управления структурой и свойствами керамических материалов.
2. Технология тонкой и технической керамики.
3. Технология огнеупоров.
4. Керамические композиционные материалы и керамобетоны.
5. Поверхностное модифицирование керамических материалов.

Конференция посвящена 125-летию выдающегося советского ученого, специалиста в области химии и технологии силикатов, члена-корреспондента АН СССР, академика АН УССР, трижды лауреата Государственных премий СССР, Героя Социалистического Труда Петра Петровича Будникова (09.10.1885 – 06.12.1968).

Свое участие в работе конференции подтвердили ведущие ученые России в области химической технологии керамики и огнеупоров, в том числе в области материаловедения и нанотехнологий. Среди них – академики и члены-корреспонденты РАН, профессора Ю.Д. Третьяков, П.Д. Саркисов, В.А. Жабрев, Ю.Е. Пивинский, С.С. Орданьян, А.В. Беляков, Е.С. Лукин, М.И. Рыщенко, И.Д. Кащеев и другие.

Более подробно о конференции и возможности регистрации можно узнать на сайте БГТУ им. В.Г. Шухова по адресу: <http://www.bstu.ru/research>

Адрес оргкомитета:

308012, Россия, г. Белгород,
ул. Костюкова, 46,
БГТУ им. В.Г. Шухова.

MAIN DIRECTIONS OF THE CONFERENCE:

1. Physical and chemical principles of the ceramic materials structure and characteristics management.
2. The technology of fine and technical ceramic.
3. Refractory technology.
4. Ceramic composite materials and ceramic concretes.
5. Surface modification of ceramic materials.

The conference is devoted to 125-th anniversary of outstanding soviet scientist, specialist in the sphere of chemistry and silicate technology, associate of Academy of Sciences of USSR, academician of Academy of Sciences of Ukrainian SSR, three times winner of State prizes of USSR, Hero of Socialist Labour Peter Budnikov (09.10.1885 – 06.12.1968).

Leading Russian scientists in the sphere of chemical technology of ceramic and refractories, also in the field of material science and nanotechnology confirmed their participation in the conference. The academicians and associates of Russian Academy of Sciences, professors Y.D. Tretjakov, P.D. Sarkisov, V.A. Zabrev, Y. E. Pivinsky, S.S. Ordjanjan, A.V. Belyakov, E.S. Lukin, M.I. Ryshenko, I.D. Kasheev and others are among them.

See the details about the conference and registration on Belgorod Shukhov State Technological University site: <http://www.bstu.ru/research>

Organizational committee address :

308012, Russia, Belgorod, Kostjukov street, 46. Belgorod Shukhov State Technological University.

Контакты:

(4722) 55-41-61 (тел./факс) –
Евтушенко Евгений Иванович,
проректор по научной работе БГТУ
им. В.Г. Шухова, зав. кафедрой ТДКО;

(4722) 55-36-15 – Тимошенко
Константин Владимирович,
доцент кафедры ТДКО.
E-mail: tdko@intbel.ru,
eveviv@intbel.ru

**Информационная поддержка
конференции –**

электронное издание

«Нанотехнологии в строительстве:
научный Интернет-журнал»,

журналы

«Строительные материалы»,
«Стекло и керамика»,
«Огнеупоры и техническая керамика»,
«Новые огнеупоры».

Contact information:

tel./fax (4722) 55-41-61 –
Evtushenko Evgeny Ivanovich,
vice-rector on scientific work of Belgorod
Shukhov State Technological University,
a chief of Technology of Ceramic Design
and Refractories department.

tel. (4722) 55-36-15 – Timoshenko
Konstantin Vladimirovich,
assistant professor of Technology
of Ceramic Design and Refractories
department.
E-mail: tdko@intbel.ru, eveviv@intbel.ru

**Information support
of the Conference are**

Internet-magazine

«Nanotechnology in engineering»,

magazines

«Building materials»,
«Glass and ceramic»,
«Refractories and technical ceramic»,
«Modern refractories».



**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;
- **публикует** материалы исследований ведущих ученых Российской академии наук, Российской инженерной академии, Российской академии архитектуры и строительных наук, руководителей и специалистов организаций и предприятий, преподавателей вузов, докторантов и аспирантов, сотрудников НИИ и научных центров из различных регионов России, стран ближнего и дальнего зарубежья;
- **зарегистрировано** в НТЦ «Информрегистр», включено в систему Российского индекса научного цитирования и внесено в международную систему данных по периодическим изданиям (МСДПИ) международного Центра ISSN.

Издание предоставляет возможность для обмена мнениями и получения самой передовой и достоверной информации о наноматериалах и нанотехнологиях.

Редакция предлагает подписаться на издание и приглашает ведущих учёных, руководителей и специалистов организаций и предприятий из России и зарубежных партнеров к публикации материалов научно-практического и рекламного характера.

E-mail: info@nanobuild.ru
Факс: (498) 646-71-40 (автомат.)

www.nanobuild.ru

УДК 620.179.1.082.7:658.58

ИВАСЬШИН Генрих Степанович, руководитель псковского отделения Российской инженерной академии, академик РИА, доктор технических наук, профессор ГОУ ВПО «Псковский государственный политехнический институт», Россия

IVASYSHIN Genrich Stepanovich, Head of Pskov Branch of Russian Academy of Engineering, Member of RAE, Doctor of Engineering, Professor of SEI HPE «Pskov State Politechnic Institute», Russian Federation

НАУЧНЫЕ ОТКРЫТИЯ В МИКРО- И НАНОТРИБОЛОГИИ. ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ ТРЕНИЯ

SCIENTIFIC DISCOVERIES IN MICRO- AND NANOTRIBOLOGY. PHENOMENOLOGICAL FUNDAMENTALS OF QUANTUM FRICTION THEORY

Обсуждаются возможности получения конкурентоспособных технологий на основе научных открытий (Диплом №258, Диплом №277, Диплом №289, Диплом №302, Диплом №392) и квантовой теории трения.

The opportunities of obtaining competitive technologies based on scientific investigations (Diploma №258, Diploma №277, Diploma №289, Diploma №302, Diploma №392) and quantum friction theory are discussed.

Ключевые слова: управление трением, углеродно-азотный цикл, протон-протонный цикл, сверхтекучесть гелия, квантовая теория трения, гелиевое изнашивание, холодный ядерный синтез, нанотрибология.

Key-words: friction control, carbon and nitrogen cycle, proton-and-proton cycle, helium superfluidity, quantum friction theory, helium wear, cold nuclear fusion, nanotribology.

Инновационно ориентированное развитие российской экономики возможно только на основе превращения науки в реальную производительную силу путем создания и эффективного использования научных открытий, патентов.

Открытием в области естественных наук признается установление явлений, свойств, законов (закономерностей) или объектов материального мира, ранее не установленных и доступных проверке.

Лауреат Нобелевской премии по физике Ричард Фейнман заявлял: «Провести точные количественные эксперименты в трении весьма сложно, и законы трения, несмотря на огромное практическое значение точного анализа, до настоящего времени как следует не изучены ..., с учетом всей проделанной работы удивительно, что до сих пор не достигнуто более глубокого понимания вопроса» [1]. Академик А.Ю. Ишлинский, характеризуя состояние теоретической механики, отметил в 1998 г., что в этой детально разработанной области современного естествознания остаются «две нерешенные до сих пор проблемы: проблема трения и проблема турбулентности». Нобелевский лауреат Ричард Фейнман считал, что сверхтекучий гелий поможет решить последнюю нерешенную задачу классической физики, связанную с расчетом модели турбулентности.

Одним из современных направлений в области механики и машиноведения является микромеханика, или нанотехнология. Методы и средства классической трибологии здесь не приемлемы в полном объеме. Развитие нанотехнологий и появление нового класса приборов микроэлектромеханических и наноэлектромеханических систем привело к необходимости управления трибологическими процессами в микро- и наномасштабах [2], развитию теоретических и экспериментальных методов исследования в области нанотрибологии [3, 4, 5, 6, 7, 8].

Создание нового класса микроэлектромеханических систем, микро-технологий, наноэлектроники, различных микроинструментов и приборов на основе научных открытий в области микро- и нанотрибологии [3, 4, 5, 6] приведет, на наш взгляд, к новым конкурентоспособным результатам, связанным, в частности, с применением трибосопряжений

с гелиевым изнашиванием [7]. Использование водорода в качестве топлива в автомобильном двигателе, а также развитие водородной энергетики актуализирует создание материалов на основе научных открытий (Диплом №289, Диплом №302) для пар трения с гелиевым изнашиванием в трибосистемах с возможностью подавления водородного изнашивания на основе реализации углеродно-азотного цикла (эффекта) [5], а также реализации протон-протонного цикла [6] в зоне трения. Использование пар трения с гелиевым изнашиванием даст возможность управлять трением (за счет сверхтекучести гелия) в микротрибосистемах.

«По мнению профессора Ю.М. Лужнова (ВНИИЖТ, Москва), «результаты трения, износа и эффективности смазочного действия в машинах определяются свойствами и процессами, происходящими в самих материалах трущихся тел, в их поверхностных слоях, на поверхностях раздела их фаз и в самом разделяющем слое» [9]. Знание особенностей и закономерностей изменений позволяют направленно воздействовать на результаты фрикционного взаимодействия тел, создавать новые материалы, технологии и конструкции современных машин, бережно расходовать энергию и в меньшей мере воздействовать на окружающую среду, а также повышать надежность машин в работе [9].

Сложность процессов изнашивания заключается в динамике этих процессов, протекании их в тончайших поверхностных слоях при трении, в то время как изучение их в основном ведется по результатам в статике.

Обобщение основных направлений развития взглядов на природу изнашивания изложено в работах Ф. Боудена и Д. Тэйбора (адгезионно-деформационная природа изнашивания), И.В. Крагельского и Г. Фляйшера (усталостная и энергетическая природа изнашивания), Б.И. Костецкого (физико-химический подход к процессам изнашивания), М.М. Хрущова и М.М. Тенненбаума (абразивная природа изнашивания) [10].

Теоретические и экспериментальные исследования в области физико-химической механики процессов трения и изнашивания (постулат акад. П.А. Ребиндера) непосредственно учитывается двумя основополагающими триадами внешнего трения и изнашивания твердых тел, которые сформулированы И.В. Крагельским и А.В. Чичинадзе [10]. По И.В. Крагельскому, в этих триадах рассматривают три последовательных и взаимосвязанных этапа процесса трения:

- 1) взаимодействие поверхностей твердых тел с учетом влияния среды;
- 2) изменение свойств поверхностных слоев контактирующих тел с учетом влияния окружающей среды;
- 3) разрушение поверхностей (износ) вследствие двух предыдущих этапов.

По А.В. Чичинадзе, эту основополагающую триаду И.В. Крагельского дополняют следующие параметры трения и износа:

- 1) физико-химические и механические свойства материалов пары трения и окружающей среды;
- 2) микро- и макрогеометрия контактирующих элементов и коэффициент взаимного перекрытия;
- 3) режим трения по нагрузке, скорости скольжения, начальной, текущей объемной и поверхностной температуре и градиенту температур и механических свойств по координате и времени.

Взаимодействие поверхностей при трении подчиняется закономерностям теории диссипативных систем, в том числе и коллективных синергетических. По теории Л.И. Бершадского [11], структурно-динамическая концентрация трибосистем рассматривает их как подклассы нелинейных диссипативных образований, в которых осуществляются процессы радиации, электропроводности, диффузии, деформации, удара, внутреннего трения и т.д.

Исследованию энергетических соотношений при внешнем трении металлов посвящена работа А.Д. Дубинина [12]. Теоретические и экспериментальные исследования наименьших скоростей показывают, что относительное движение тел, находящихся в контакте, может происходить только с определенной предельно минимальной конечной скоростью, но не бесконечно малой. При таком движении происходит непрерывное сочетание относительного покоя и относительного движения, т.е. проявляется синтез прерывности и непрерывности движения. Этот факт имеет большое значение при анализе механического эффекта при трении твердых тел.

«Потери от трения и износа в развитых государствах достигают 5–6% национального дохода, а преодоление сопротивления трения поглощает во всем мире 20–25% вырабатываемой в год энергии. Повышение экономически и экологически целесообразной долговечности и надежности машин, технологического оборудования и инструмен-

та непосредственно связано с повышением износостойкости. Решение этой актуальной задачи возможно только на базе глубоких, научно обоснованных знаний. Управление трением, правильный выбор материалов по критериям трения и износостойкости, рациональное конструирование узлов трения и деталей машин и оптимизация условий эксплуатации могут существенно продлить срок жизни и повысить эффективность машин, снизить вредные экологические воздействия при незначительном увеличении их стоимости» [13]. В.И. Колесников (академик РАН и РИА), Ю.М. Лужнов (академик МИА), А.В. Чичинадзе (академик РИА и МИА) считают, что «...форсирование исследований в области микро- и нанотрибологии...» относится на сегодняшний день «...к основным и актуальным разделам и направлениям трибологии и ее инженерному приложению – триботехнике» [13].

Ю.И. Головин считает, что «...желательно найти условия, в которых трение упало бы до нуля и реализовалось «сверхскольжение», аналогичное сверхпроводимости или сверхтекучести. Принципиальных препятствий для этого не существует, и в некотором смысле такие режимы уже найдены...» [14].

Действительно, некоторые из таких режимов уже найдены.

Цель настоящей работы – обеспечение условий управления трением на основе синтеза гелия в объемных и поверхностных слоях трения, а также на основе квантовой теории трения. При этом предполагается создание:

- трибофизических моделей на основе реализации углеродно-азотного и протон-протонного циклов холодного ядерного синтеза, в результате которых в зоне трения водород превращается в гелий;
- феноменологических основ квантовой теории трения.

Трибофизические модели на основе реализации углеродно-азотного и протон-протонного циклов холодного ядерного синтеза

Академик Б.В. Дерягин с сотрудниками в 1985 г. обнаружил явление механоэмиссии нейтронов из содержащих дейтерий кристаллических тел, которое интерпретировали как проявление реакций холодного ядерного синтеза.

В 90-е годы сотрудники Б.В. Дерягина предложили гипотезу о том, что в веществах с водородными связями на одной водородной связи мо-

гут оказаться два ядра атомов водорода при расстоянии между ними менее одного ангстрема. Туннелирование дейтронов сквозь столь узкий барьер может происходить с большой вероятностью и при низких температурах.

Согласно современным представлениям, протон и нейтрон представляют собой два состояния одной частицы – нуклона. То есть протон становится нейтроном, присоединив электрон, а нейтрон – протоном, отдав электрон другому протону, который, в свою очередь, превращается в нейтрон.

В последние годы получены многочисленные экспериментальные свидетельства ядерных реакций при низких энергиях (ядерных реакций в конденсированных средах, холодном ядерном синтезе – ХЯС). Под «холодным ядерным синтезом», который теперь предлагается заменить на термин «ядерные процессы, индуцированные кристаллической решеткой», понимаются аномальные с точки зрения вакуумных ядерных столкновений стохастические низкотемпературные ядерные процессы (слияние ядер с выделением нейтронов), существующие в неравновесных твердых телах, которые стимулируются трансформацией упругой энергии в кристаллической решетке при фазовых переходах, механических воздействиях, сорбции или десорбции водорода (дейтерия). ХЯС достоверно зафиксирован в целом ряде физических и физико-химических процессов с участием дейтерия. Многие из таких процессов, но с участием природного водорода имеют место и в естественных процессах. К их числу можно отнести: явление сорбции-десорбции водорода в металлах, окислительно-восстановительные воздействия на соединения водорода, механическое разрушение и измельчение водородсодержащих пород, трение.

Однако до сих пор не создано удовлетворительной количественной и даже качественной теории ХЯС, имеющей принципиальное значение как для фундаментальной науки, так и практического использования.

На наш взгляд, использование пар трения с гелиевым изнашиванием, созданных на основе реализации углеродно-азотного и протон-протонного циклов холодного ядерного синтеза, в результате которых в зоне трения водород превращается в гелий, даст возможность управлять трением (за счет сверхтекучести гелия) в микротрибосистемах.

Научное открытие (Диплом №289) «Закономерность аддитивности диффузионного магнитного последствия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения из ферромагнитных материалов и сплавов» [5]

«Установлена неизвестная ранее закономерность аддитивности диффузионного магнитного последствия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения из ферромагнитных материалов и сплавов, заключающаяся в том, что в упругой и пластической областях твердых тел в зоне их фрикционного контакта происходит суммирование (аддитивность) диффузионных магнитных последствий, сопровождающих упругие и пластические последствия, определяющая поведение внедренных атомов углерода и азота и обусловленная направленным перемещением дислокаций, несущих внедренные атомы углерода и азота в зону фрикционного контакта из упругой и пластической областей пары трения и влияющих на структуру и подвижность доменных стенок».

Необходимо отметить, что атомы внедрения углерода С и азота N (углеродно-азотный цикл) ответственны, как бы парадоксально это не звучало, за синтез гелия в зоне трения (Диплом №289).

Следовательно, решена задача – найдены «...условия, в которых трение упало бы до нуля и реализовалось «сверхскольжение», аналогичное сверхпроводимости или сверхтекучести...» – создана трибофизическая модель на основе реализации углеродно-азотного цикла, в результате которого водород превращается в гелий.

- | | |
|--|---|
| 1. $^{12}\text{C} + ^1\text{H} \rightarrow ^{13}\text{N} + \gamma$ | 4. $^{14}\text{N} + ^1\text{H} \rightarrow ^{15}\text{O} + \gamma$ |
| 2. $^{13}\text{N} \rightarrow ^{13}\text{C} + \beta^+ + \nu$ | 5. $^{15}\text{O} \rightarrow ^{15}\text{N} + \beta^+ + \nu$ |
| 3. $^{13}\text{C} + ^1\text{H} \rightarrow ^{14}\text{N} + \gamma$ | 6. $^{15}\text{N} + ^1\text{H} \rightarrow ^{12}\text{C} + ^4\text{He}$. |

Углерод играет роль катализатора процесса слияния протонов.

Протон, сталкиваясь с ядром углерода, превращается в радиоактивный изотоп ^{13}N . При этой реакции излучается γ -квант (фотон). Изотоп ^{13}N , претерпевая β -распад с испусканием позитрона и нейтрино, превращается в обычное ядро азота ^{14}N . При этой реакции также излучается γ -квант. Далее ядро азота сталкивается с протоном, после чего образуется радиоактивный изотоп кислорода ^{15}O и γ -квант. Затем этот изотоп путём β -распада превращается в изотоп азота ^{15}N . Наконец, по-

следний, присоединив к себе во время столкновения протон, распадается на обычный углерод и гелий. Вся цепь реакций представляет собой последовательное «утяжеление» ядра углерода путём присоединения протонов с последующими β^+ -распадами. Последним звеном этой цепи является восстановление первоначального ядра углерода и образование нового ядра гелия за счёт четырёх протонов, которые в разное время один за другим присоединились к ^{12}C и образующимся из него изотопам.

Научное открытие (Диплом №302)

«Закономерность аддитивности водородного магнитного последствия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения из ферромагнитных материалов и сплавов» [6]

«Установлена неизвестная ранее закономерность аддитивности водородного магнитного последствия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения из ферромагнитных металлов и сплавов, заключающаяся в том, что в упругой и пластической областях твердых тел в зоне их фрикционного контакта происходит суммирование (аддитивность) водородных магнитных последствий, сопровождающих упругие и пластические последствия, обусловленная направленным перемещением дислокаций, несущих водород в зону контакта».

1. $^1\text{H}+^1\text{H} \rightarrow ^2\text{D}+\beta^++\nu$
2. $^2\text{D}+^1\text{H} \rightarrow ^3\text{He}+\gamma$
3. $^3\text{He}+^3\text{He} \rightarrow ^4\text{He}+2^1\text{H}$.

Следовательно, сформулирован механизм холодного ядерного синтеза, возникающий в поверхностных слоях пар трения твердых тел вследствие суммирования (аддитивности) водородных магнитных последствий и обусловленный направленным перемещением дислокаций в кристаллических структурах металлов на основе реализации протон-протонного цикла, в результате которого водород превращается в гелий.

Разработаны оригинальные теоретические (трибофизические) модели механизма ХЯС в кристаллических структурах поверхностных слоев пар трения из ферромагнитных материалов и сплавов [3, 4, 5, 6].

Феноменологические основы квантовой теории трения

На поверхностях трения протекают сложные триботехнические процессы, связанные с механическими, физическими и химическими взаимодействиями материалов на участках контактирования. При многократном тепловом и силовом взаимодействии поверхностных слоев в процессе трения возникают значительные диффузионные потоки атомов, проходящие на глубину до нескольких десятков микрометров. Направление диффузионного потока атомов определяется градиентами давления и температуры по глубине поверхностного слоя. Результирующий диффузионный поток атомов направлен в сторону контакта сопряженных поверхностей трения, причем, поскольку при трении осуществляется микродиффузионный характер процесса, структурные изменения и диффузионное перераспределение происходят в отдельных микроскопических объемах [15].

Взаимодействие микроконтактов происходит за очень короткое время ($10^{-7} \dots 10^{-8}$ с), в течение которого к контакту подводится очень большая энергия. При импульсном контактом нагружении происходит локальная квазиаморфизация твердого тела, сопровождающаяся поглощением значительного количества энергии [16]. Возникают частицы с большой энергией: возбужденные молекулы, атомы, ионы, быстрые электроны, фононы (звуковые кванты), фотоны (кванты электромагнитного излучения). Такое состояние является причиной определенных химических реакций, а также явлений трибоэлектричества, электронной эмиссии, триболоюминесценции и т.п. Необходимо отметить, что к выводу о том, что энергия изменяется не непрерывно, а испускается дискретными порциями – квантами, пришел в 1900 г. Макс Планк [17].

Чтобы найти энергию кванта E , надо умножить частоту колебания волны на постоянную величину (константу h), т. е.:

$$E = h\nu. \quad (1)$$

Постоянная Планка h – фундаментальная физическая константа, определяющая широкий круг физических явлений, для которых существенна дискретность величин с размерностью действия.

Из формулы (1) постоянную Планка можно представить в виде:

$$h = \frac{E}{\nu}. \quad (2)$$

Развивая идею Планка, Эйнштейн предположил в 1905 г., что свет не только испускается в виде порций энергии $E = h\nu$, но и поглощается такими же порциями (позднее эти порции стали называться фотонами). И снова энергия поглощения равнялась произведению величины постоянной Планка h на частоту.

Квантовая механика (волновая механика) – теория, устанавливающая способ описания и законы движения микрочастиц (элементарных частиц, атомов, молекул, атомных ядер) и их систем (например, кристаллов), а также связь величин, характеризующих частицы и системы), с физическими величинами, непосредственно измеряемыми на опыте. Законы квантовой механики составляют фундамент изучения строения вещества. Они позволили выяснить строение атомов, установить природу химической связи, объяснить периодическую систему элементов, понять строение атомных ядер, изучить свойства элементарных частиц. Поскольку свойства макроскопических тел определяются движением и взаимодействием частиц, из которых они состоят, законы квантовой механики лежат в основе понимания большинства макроскопических явлений. Квантовая механика позволила, например, объяснить температурную зависимость теплоемкостей газов и твердых тел и вычислить их величину, определить строение и понять многие свойства твердых тел (металлов, диэлектриков, полупроводников). Квантовая теория успешно объяснила спектр излучения, удельную теплоемкость, фотоэлектрический эффект, образование рентгеновских лучей. Только на основе квантовой механики удалось последовательно объяснить такие явления, как ферромагнетизм, сверхтекучесть, сверхпроводимость. Фундамент квантовой электроники составляет квантомеханическая теория излучения. Законы квантовой механики используются при целенаправленном поиске и создании новых материалов (особенно магнитных, полупроводниковых и сверхпроводящих). Таким образом, квантовая механика стала в значительной мере «инженерной» наукой, знание которой необходимо не только физикам-исследователям, но и инженерам. Механика контакта, обусловленная сближением, предварительным смещением, фрикционными связями, физико-механическими характеристиками, пространственным положением, ответственна за изменение относительной износостойкости материала.

Г.С. ИВАСЫШИН *Научные открытия в микро- и нанотрибологии. Феноменологические основы квантовой теории трения*

Согласно [18] относительная износостойкость определяется формулой

$$\varepsilon = cHI, \quad (3)$$

где c – постоянная; $c = 13,8 \cdot 10^{-3}$ мм²/Н для отожженной стали; HI – динамическая твердость [19].

Согласно [19], динамическая твердость определяется формулой

$$HI = \frac{N}{\Delta Y}, \quad (4)$$

где N – нагрузка; ΔY – упругое последствие.

Сравнивая структуру зависимости (2) для определения постоянной Планка h и структуру формулы (4) для определения динамической твердости HI , можно сделать выводы:

- 1) величины, стоящие в числителях формул (2) и (4), имеют с физической точки зрения одинаковую энергетическую природу;
- 2) частота ν в формуле (2) и упругое последствие ΔY в формуле (4) являются характеристиками волновых процессов (материальные частицы ведут себя как волны).

В 1924 году французский физик Л. де Бройль, пытаясь найти объяснение постулированным в 1913 году датским физиком Н. Бором условиям квантования атомных орбит, выдвинул гипотезу о всеобщности корпускулярно-волнового дуализма.

Согласно Л. де Бройлю, каждой частице, независимо от ее природы, следует поставить в соответствие волну, длина которой λ связана с импульсом частицы p соотношением:

$$\lambda = \frac{h}{p}. \quad (5)$$

По этой гипотезе не только фотоны, но и все «обыкновенные частицы» (электроны и др.) обладают волновыми свойствами.

Количественной мерой внешнего трения является сила трения F_T .

С учетом (4), закон линейной зависимости силы трения F_T от нагрузки N ($F_T = f \cdot N$, где f – коэффициент трения) можно представить в виде:

$$F_T = f \cdot HI \cdot \Delta Y. \quad (6)$$

В структуре динамической теории Л.И. Бершадского [11] фундаментальным является не силовое, а диссипативное (структурно-энергетическое) представление. Сила трения проявляется как одна из реакций трибосистемы на возникновение диссипативного потока, причем принципиально она является запаздывающей. Зависимость (6) подтверждает, что сила трения F_T проявляется как одна из реакций трибосистемы на возникновение диссипативного потока. Этот факт подтверждается также тем, что упругое последствие ΔY является задержанной во времени упругой деформацией. Особенностью трибосистемы является, в частности, следующее: система возбуждений, порождаемая трением, оказывает влияние на интенсивность и геометрию диссипативного источника. В динамику систем вводится обратная связь, причем запаздывающая.

Эта обратная связь управляется принципом минимума энтропии, предложенным И.Р. Пригожиным [20], автором работ по термодинамической теории структур и самоорганизации в неравновесных системах, который установил, что некоторые открытые системы при переходе от равновесных становятся неустойчивыми и их макроскопические свойства радикально меняются.

Структура металлов деталей, находящихся в относительном движении, под воздействием субмикроскопических, микроскопических и макроскопических, функционирующих в поверхностных слоях и объемах деталей, превращается в динамично изменяющуюся систему, переходящую при определенных условиях в состояние хаоса (катастрофически интенсивного изнашивания и разрушения).

«Естественные процессы развиваются необратимо в направлении увеличения беспорядка», – так Больцман на основе молекулярного движения сформулировал второе начало термодинамики. Эта формулировка аналогична варианту второго начала, предложенному Клаузиусом; функцию состояния, энтропию, Больцман отождествил с «мерой беспорядка» [21]. Л. Бриллюэн пришел также к следующему выводу: «Энтропия обычно описывается как мера беспорядочности в физической системе. Более точное утверждение, что энтропия есть мера недостатка информации о действительной структуре системе. Этот недостаток информации приводит к тому, что, возможно, имеется большое разнообразие различных микроструктур, которые мы практически не в состоянии отличить друг от друга, так как каждая из этих микроструктур

действительно может быть реализована в некоторый данный момент, недостаток информации соответствует действительному беспорядку в скрытых степенях свободы» [22].

Научные открытия [3, 4, 5, 6] дают возможность аргументировать, что упругое последствие и физическая энтропия имеют одинаковую природу, а также обосновать существование функциональной зависимости между упругим последствием ΔY и термодинамической вероятностью W данного состояния триботехнической системы.

Аддитивности упругих последствий соответствует умножение термодинамических вероятностей состояния отдельных частей триботехнической системы.

Из всех математических функций такими свойствами обладают только логарифмы.

Таким образом, упругое последствие ΔY должно быть пропорционально логарифму термодинамической вероятности W :

$$\Delta Y = i \ln W, \quad (7)$$

где i – постоянная.

Учитывая аддитивные свойства упругого последствия (макропоследствия, микропоследствия и субмикроследствия) на основе квантовой теории трения возможно целенаправленно управлять изнашиванием, адгезией и когезией.

Научное открытие (Диплом №392) [23]

«Закономерность изменения энтропии термодинамического последствия триботехнической системы»

«Установлена неизвестная ранее закономерность изменения энтропии термодинамического последствия триботехнической системы, заключающаяся в том, что под механической нагрузкой энтропия термодинамического последствия триботехнической системы уменьшается, а при снятии нагрузки – увеличивается, обусловленная движением дислокаций в упругих и пластических областях твердых тел и переходом термодинамического последствия триботехнической системы от менее вероятного состояния к более вероятному».

Из изучения динамики движущейся дислокации вытекает, что дислокация ведет себя как линия, единица длины которой обладает опре-

деленной массой (дислокации повышают энтропию кристалла за счет вводимых ими искажений решетки).

Известно, что энтропия любого вещества пропорциональна массе. Это значит, что энтропия всей триботехнической системы равна сумме энтропии ее отдельных частей.

Если энтропия по определению – мера беспорядка в системе, то «...упругое последствие является не свойством твердого тела как такового, а только результатом царящего в нем беспорядка» (А.Ф. Иоффе).

Увеличение гетерогенности структуры усиливает эффект упругого последствия.

Известно также, что чем выше твердость вещества, тем меньше его энтропия. Карбиды, бориды и другие очень твердые вещества характеризуются небольшой энтропией. Эти алгоритмы дают возможность целенаправленно управлять энтропией.

Выводы:

1. В развитие постулата академика П.А. Ребиндера и двух основополагающих триад внешнего трения и изнашивания твердых тел, сформулированных И.В. Крагельским и А.В. Чичинадзе, автором предлагается использовать трибофизические модели, а также феноменологические основы квантовой теории трения не только с целью управления внешним и внутренним трением за счет сверхтекучести гелия, но и для изучения холодного ядерного синтеза с возможностью получения в перспективе неиссякаемого источника экологически чистой энергии на основе синтеза из более легкого водорода более тяжелого гелия.
2. Разработка нанотехнологий и нового класса приборов микроэлектромеханических и наноэлектромеханических систем на основе научных открытий [3, 4, 5, 6] и квантовой теории трения даст, на наш взгляд, новые конкурентоспособные результаты. Изменение представления, в частности, о механокалорическом эффекте (за счет учета дополнительного тренда выходных параметров) на основе научных открытий (Дипломы №№ 258, 277, 289, 302) может быть использовано при разработке конкурентоспособных технологий в области водородной энергетики, криогенной и космической тех-

Г.С. ИВАСЬШИН Научные открытия в микро- и нанотрибологии. Феноменологические основы квантовой теории трения

ники, тем более, что известно большое количество приборов, машин и устройств, работающих при очень низких температурах, либо использующих для своего функционирования квантовую жидкость – жидкий гелий.

3. Создана трибофизическая модель (научное открытие – Диплом №289) на основе реализации углеродно-азотного цикла холодного ядерного синтеза, в результате которого в зоне трения водород превращается в гелий.
4. Создана трибофизическая модель (научное открытие – Диплом №302) на основе реализации протон-протонного цикла холодного ядерного синтеза, в результате которого в зоне трения водород превращается в гелий.
5. Имея в виду, что тела, взаимодействующие в микроэлектромеханических и наноэлектромеханических системах – миниатюрные телероботы, микроспутники, микроприборы, нанокомпьютеры, микросенсорные устройства, микрозеркала, микрооптоэлектронные приборы, микрорефрижераторы, химические и биохимические микрореакторы и другие – очень малы, а удельные нагрузки на наноконтактах так велики, что трибологические процессы в значительной степени определяются атомно-молекулярным взаимодействием контактирующих поверхностей, представляется актуальным создание материалов на основе научных открытий (Дипломы №№289 и 302) для пар трения с гелиевым изнашиванием с возможностью подавления водородного изнашивания на основе реализации углеродно-азотного цикла (эффекта) и протон-протонного цикла в зоне трения (эффекта), а также обеспечения управления трением за счет сверхтекучести гелия в микро- и нанотрибосистемах.
6. Предлагаемые трибофизические модели составляют феноменологические основы квантовой теории трения.
7. Первостепенное значение приобретает умножение эффекта от каждого научного открытия (Дипломы №№ 258, 277, 289, 302, 392) и его применения, наиболее рационального использования полученных знаний.

Уважаемые коллеги!

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

Ивасышин Г.С. Научные открытия в микро- и нанотрибологии. Феноменологические основы квантовой теории трения // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2010, Том 2, № 4. С. 70–86. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_4_2010.pdf (дата обращения: _____).

Dear colleagues!

The reference to this paper has the following citation format:

Ivasyshin G.S. Scientific Discoveries in Micro- and Nanotribology. Phenomenological fundamentals of Quantum Friction Theory. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2010, Vol. 2, no. 4, pp. 70–86. Available at: http://www.nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_4_2010.pdf (Accessed _____). (In Russian).

Библиографический список:

1. Ригни Д.А. Физические аспекты трения и изнашивания // Трибология: Исследования и приложения: опыт США и стран СНГ. – Под ред. В.А. Белого, К. Лудемы, Н.К. Мышкина. М.: Машиностроение. Нью-Йорк: Аллертон пресс. 1993. – С. 52–66.
2. Левченко В.А. Этапы развития нанотрибологии // Проблемы машиностроения и надежности машин / Буяновский И.А., Матвеев В.Н. 2005. №2. С. 36–45.
3. Научное открытие (Диплом №258) // Закономерность аддитивности упругого последействия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения / Г.С. Ивасышин. М.: РАЕН, МААНОиИ, 2004.
4. Научное открытие (Диплом №277) // Закономерность аддитивности магнитного последействия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения из ферромагнитных материалов / Г.С. Ивасышин. М.: РАЕН, МААНОиИ, 2005.
5. Научное открытие (Диплом №289) // Закономерность аддитивности диффузионного магнитного последействия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения из ферромагнитных материалов и сплавов / Г.С. Ивасышин. М.: РАЕН, МААНОиИ, 2005.
6. Научное открытие (Диплом №302) // Закономерность аддитивности водородного магнитного последействия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения из ферромагнитных материалов и сплавов / Г.С. Ивасышин. М.: РАЕН, МААНОиИ, 2006.

Г.С. ИВАСЫШИН Научные открытия в микро- и нанотрибологии. Феноменологические основы квантовой теории трения

7. *Ивасышин Г.С.* Научные открытия в микро- и нанотрибологии // Трение и смазка в машинах и механизмах. 2008. №4. С. 24–27.
8. *Ивасышин Г.С.* Учет упругого последействия при решении тепловой задачи трения // Трение и смазка в машинах и механизмах. 2009. №5. С. 38–40.
9. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника) / А.В. Чичинадзе, Э.М. Берлинер, Э.Д. Браун и др. / Под общ. ред. А.В. Чичинадзе. М.: Машиностроение, 2003. 576 с.
10. Основы трибологии (трение, износ, смазка): Учебн. для техн. вузов. 2-е изд., переработ. и доп. / А.В. Чичинадзе, Э.Д. Браун, Н.А. Буше и др. / Под общ. ред. А.В. Чичинадзе. М.: Машиностроение, 2001. 664 с.
11. *Бершадский Л.И.* Структурная термодинамика трибосистем. Киев: Знание, 1990. 31 с.
12. *Дубинин А.Д.* Энергетика трения и износа деталей машин. М.: Машгиз, 1963. 140 с.
13. *Колесников В.И.* Цели и задачи журнала «Трение и смазка в машинах и механизмах» // Прил. к журн. «Сборка в машиностроении, приборостроении» / Лужнов Ю.М., Чичинадзе А.В. №1 (7). 2005. С. 3–7.
14. *Головин Ю.И.* Введение в нанотехнику. М.: Машиностроение, 2007. 496 с.
15. *Буше Н.А.* Трение, износ и усталость в машинах (Транспортная техника): Учебн. для вузов. М.: Транспорт, 1987. 223 с.
16. *Машков Ю.К.* Трение и модифицирование материалов трибосистем / Полеценко К.Н., Поворознюк С.Н., Орлов П.В. М.: Наука, 2000. 280 с.
17. Физический энциклопедический словарь / Гл. ред. А.М. Прохоров. Ред. кол. Д.М. Алексеев, А.М. Бонч-Бруевич, А.С. Боровик-Романов и др. М.: Сов. энциклопедия, 1984. 944 с.
18. Способ оценки относительной износостойкости металлов / Г.С. Ивасышин: N SU 1619134 A1 МКИ G01 N3/56 // Бюлл. изобр. №1. 1991.
19. Способ определения динамической твердости / Г.С. Ивасышин: N SU 1381367 A1 МКИ G01 N3/48 // Бюлл. изобр. №10. 1988.
20. *Пригожин И. Стенгерс И.* Порядок из хаоса. М.: Прогресс, 1986. 432 с.
21. *Клайн Б.* В поисках. Физика и квантовая теория. М.: Атомиздат, 1971. 288 с.
22. *Бриллюэн Л.* Наука и информация / Пер. с англ. А.А. Харкевича. М.: Гос. изд-во физ.-мат. литературы, 1960. 392 с.
23. Научное открытие (Диплом №392) // Закономерность изменения энтропии термодинамического последействия триботехнической системы / Г.С. Ивасышин, М.М. Радкевич, С.Г. Чулкин. М.: РАЕН, МААНОиИ, 2010.

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

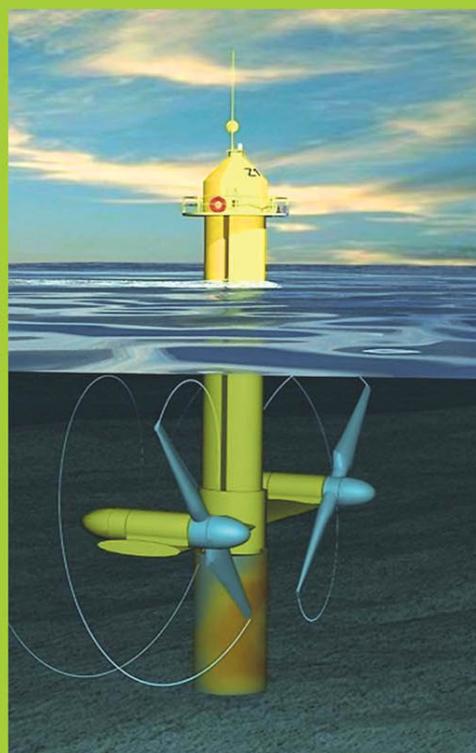
МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

Ноябрь
2010 года



Москва, ВВЦ

Энергетика будущего.
Малая и нетрадиционная энергетика.
Энергоэффективность.



www.energetika-expo.ru



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

на правах рекламы

В.П. КУЗЬМИНА Патентный обзор «Ультрадисперсные системы и механоактивированные материалы»



ИССЛЕДОВАНИЯ, РАЗРАБОТКИ, ПАТЕНТЫ

RESEARCHES, DEVELOPMENTS, PATENTS

УДК 69

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

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

ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР «УЛЬТРАДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ И МЕХАНОАКТИВИРОВАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ»

PATENT REVIEW «ULTRADISPERSE SYSTEMS AND MECHANOCHEMICAL ACTIVATED MATERIALS»

Приводится анализ патентной информации по ультрадисперсным системам и механоактивированным материалам для строительных технологий в части приготовления гелеобразующих составов для ограничения водопритока и регулирования проницаемости пласта при нефтедобыче. Изобретения можно применять в промышленных технологиях получения силикатного бетона, что позволит расширить ассортимент исходного минерального сырья за счет использования трудноактивируемых минералов природного или искусственного происхождения.

The analysis of the patent information on ultradisperse systems and mechanochemical activated materials for building technologies concerning gelling compositions preparation for water-inflow restriction and layer permeability regulation in oil extraction is given. Inventions can be applied in industrial technologies of silicate concrete production process, this will allow to expand assortment of initial mineral raw material due to use of hard activated minerals of a natural or artificial origins.

Ключевые слова: патент, изобретение, ультрадисперсные материалы.

Key-words: patent, invention, ultradisperse systems and mechanochemical activated materials for building technologies.

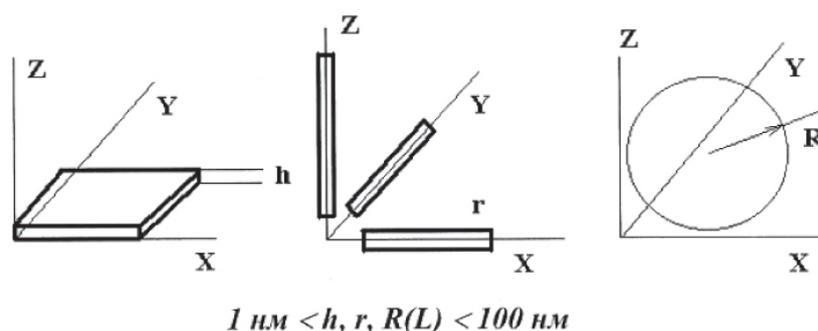
На складывающемся мировом рынке наноматериалов Россия может сформировать свою «нишу» в производстве ультрадисперсных материалов и систем для нанотехнологий в области получения нанокерамики, различных функциональных материалов, полупродуктов для лакокрасочных материалов, асфальтобетонов [1], тампонажных цементов и других систем [2] с целью интенсификации добычи нефти и газов.

Изобретения относятся к нефтяной промышленности, а именно – к способам приготовления гелеобразующих составов для ограничения водопритока и регулирования проницаемости пласта. Технический результат – повышение механической стабильности получаемого геля.

Использование нанотехнологий в ЖКХ

Продукция ЖКХ	Применение нанотехнологий
Лакокрасочные покрытия с повышенной износостойкостью	Добавление углеродных нанотрубок
Лакокрасочные покрытия с бактерицидными свойствами	Добавление наночастиц серебра
Снижение стоимости лакокрасочных материалов	Применение наносборщиков, уменьшение доли пигментов
Снижение энергоемкости лакокрасочных материалов	Применение наносборщиков
Повышение термостойкости лаков и красок	Применение наносборщиков
Снижение трещинообразования асфальтобетона в процессе эксплуатации	Применение наносборщиков
Повышение износостойкости строительного инструмента	Нанесение нанокомпозитных покрытий
Снижение трещинообразования материалов в процессе эксплуатации тепловых сетей	Нанесение нанокомпозитных покрытий
Повышение износостойкости внутренних поверхностей труб теплосетей (температурная стабильность прочностных и трибологических свойств)	Нанесение нанокомпозитных покрытий

Ультрадисперсные материалы включают все конденсированные системы, чей дисперсный компонент настолько мал в одном, двух или во всех трех измерениях (<100 нм), что геометрический размер морфологического элемента (частица, кристаллит, зерно, пора) становится соизмеримым с характеристическим корреляционным масштабом какого-либо физического явления или характерной длиной какого-нибудь транспортного процесса в этом веществе (размер электрического или магнитного домена, длина свободного пробега электронов, длина волны фононов, дислокация или дисклинация и т. д.).



Примеры: тонкие пленки и покрытия, нитевидные кристаллы и полимерные волокна, ультрадисперсные порошки и их компакты, поры и высокодисперсные выделения фаз в сплавах и т.д. По этому определению наноструктурные материалы, нанофазы, нанокристаллы могут считаться компактными УДС.

Рис. 1. Ультрадисперсные системы (порошки, материалы, среды)

Рассмотрим ряд вариантов применения ультрадисперсных систем, повышающих производительность нефтедобычи [3, 4].

Вариант 1

В модель пласта одновременно закачивают 5,0% водный раствор силиката натрия и 5,0% суспензию цеолитсодержащей породы, предварительно обработанной 1,0% соляной кислотой в количестве 0,3 V пор. Выдерживают в течение 3 суток. Коэффициент прироста нефтеотдачи составляет 20,0%.

Вариант 2

В модель пласта последовательно закачивают 15,0% водный раствор силиката натрия в количестве 0,075 V пор и 10,0% суспензию цео-

литсодержащей породы, предварительно обработанной 2,0% соляной кислотой, в количестве 0,15 V пор, обработку проводят в 2 цикла. Выдерживают в течение 5 суток. Коэффициент прироста нефтеотдачи составляет 25,8%.

Вариант 3

В модель пласта одновременно закачивают 8,0% водный раствор силиката натрия и 5,0% суспензию цеолитсодержащей породы, предварительно обработанной 0,5% серной кислотой, в количестве 0,3 V пор. Выдерживают в течение 5 суток. Коэффициент прироста нефтеотдачи составляет 20,9%.

Вариант 4

В модель пласта последовательно закачивают 5,0% водный раствор силиката натрия в количестве 0,15 V пор и 5,0% суспензию цеолитсодержащей породы, предварительно обработанной 1,0% серной кислотой, в количестве 0,15 V пор. Обработку проводят в 2 цикла. Выдерживают в течение 3 суток. Коэффициент прироста нефтеотдачи составляет 24,5%.

Вариант 5

В модель пласта последовательно закачивают 15,0% водный раствор силиката натрия, затем раствор хлорида алюминия в объемном соотношении 3:1 соответственно. Коэффициент прироста нефтеотдачи составляет 16,0%.

Применение предлагаемого способа разработки нефтяной залежи позволяет увеличить коэффициент прироста нефтеотдачи в среднем на 4,0–9,8%, уменьшить водоприток к добывающим скважинам, улучшить экологическую обстановку в нефтедобывающем районе.

Экономическая целесообразность применения гелеобразующих составов (варианты 1–5) на основе силиката натрия невысока из-за того, что производство силиката натрия осуществляется в жестких автоклавных условиях.

Вариант 6

Гелеобразующий состав для повышения нефтеотдачи пластов с цеолитсодержащим компонентом и разбавленной соляной кислотой отличается тем, что в качестве цеолитсодержащего компонента в него входит фильтрат смеси катализатора нефтехимического производства Цеокар-10 или его отработанная форма, щелочи и воды при соотношении, масс. %: указанный катализатор или его отработанная форма – 5–10; щелочь – 5; вода – 85–90 при следующем соотношении компонентов, об. %: указанный фильтрат: разбавленная соляная кислота – как (53–83):(17–47).

Способ приготовления гелеобразующего состава для повышения нефтеотдачи пластов включает приготовление цеолитсодержащего компонента и смешение его с разбавленной соляной кислотой. Способ отличается тем, что цеолитсодержащий компонент готовят в виде фильтрата, полученного отфильтровыванием нерастворившихся компонентов из суспензии, приготовленной из катализатора нефтехимического производства Цеокар-10 или его отработанной формы в слабощелочном растворе.

Недостатком данного способа является низкая механическая стабильность (прочность) гелей, получаемых при добавлении к указанному фильтрату раствора кислоты, а также недостаточная промышленная база для обеспечения потребности нефтяной промышленности отработанными алюмосиликатными катализаторами.

Способ приготовления гелеобразующего состава для ограничения водопритока и регулирования проницаемости пласта

Патент № 2364703, публ. 20.08.2009

В способе приготовления гелеобразующего состава для ограничения водопритока и регулирования проницаемости пласта, включающем перемешивание при нагревании силикатсодержащего материала, щелочи и воды, силикатсодержащий материал предварительно подвергают механической активации и при указанном перемешивании готовят суспензию при следующем соотношении компонентов, масс. %: механически активированный силикатсодержащий материал – 30–60, щелочь – 1–15, вода – остальное. В качестве силикатсодержащего ма-

териала могут быть использованы песок или бой стекла. Полученный состав дополнительно может быть отфильтрован.

Техническим решением задачи повышения механической стабильности получаемого геля и расширения ассортимента используемых силикатсодержащих материалов является применение предварительной механической активации силикатсодержащего материала.

Время механической активации подбирают конкретно для каждого типа силикатсодержащего материала для того, чтобы обеспечить максимальные значения растворимости силикатсодержащего материала в водном растворе щелочи.

Авторами установлено, что при механической активации силикагеля наблюдается рост его растворимости (и плотности раствора) после первых минут активации (1–2 минуты) и снижение в дальнейшем.

Растворимость механоактивированного боя стекла настолько выше растворимости механоактивированного песка, что гель, полученный на основе механоактивированного боя стекла, имеет чрезвычайно высокую вязкость по сравнению с гелем, полученным на основе механоактивированного песка, и существенно увеличивает механическую стабильность получаемого геля. Данная зависимость является нелинейной и в некоторых случаях имеет выраженный максимум.

Способ осуществляется следующей последовательностью операций:

1. Механическая активация силикатсодержащего материала с помощью вибрационно-центробежной мельницы ВЦМ-10 или ВЦМ-30 (разработаны в Институте химии твердого тела и механохимии СО РАН).
2. Перемешивание механоактивированного силикатсодержащего материала с водным раствором щелочи при нагревании.

В качестве силикатсодержащего материала используют песок речной (ГОСТ 8736-93), песок строительный речной (ГОСТ 2138-91), бой стекла (ГОСТ Р 52233-2004), отработанные алюмосиликатные катализаторы.

Необходимо, чтобы реологические свойства гелеобразующего состава и геля, образующегося при добавлении к гелеобразующему составу раствора концентрированной кислоты, заметно различались. В качестве критерия сравнения была выбрана эффективная вязкость гелеобразующего состава и геля при определенной скорости сдвига, которая вычис-

лялась по формуле, в которой значения для геля должны быть выше эффективной вязкости гелеобразующего состава на один-два порядка.

Рассмотрим в качестве примера следующий эксперимент.

Производят механическую активацию образца речного песка массой 100 г, после чего указанный образец помещают в реактор с 5 г раствора NaOH в 95 г воды. Реактор подогревается на водяной бане до 90°C, смесь перемешивают в течение 6 часов. Состав представляет собой суспензию частиц механоактивированного песка в растворе силиката натрия.

Эффективная вязкость гелеобразующего состава равна 2,7 Па·с при скорости сдвига 0,1 с⁻¹ (при 25°C).

Эффективная вязкость геля, полученного при добавлении раствора концентрированной (36%) соляной кислоты при скорости сдвига 0,1 с⁻¹, составляет 65,9 Па·с (при 25°C).

Получаемые гели механически устойчивы, они восстанавливают свои реологические свойства через некоторое время после механических воздействий, в частности, реологических измерений. Снижение эффективной вязкости геля после механического воздействия незначительно, что свидетельствует о его механической устойчивости.

Таким образом, заявляемый способ обеспечивает получение образцов гелей с высокой механической стабильностью (прочностью). При этом реологические характеристики заявленного гелеобразующего состава свидетельствуют о возможности его применения в нефтяной промышленности. Способ прост и технологичен, в качестве сырья используют дешевые и доступные материалы.

Предлагаемый способ может быть успешно применён при получении силикатных бетонов.

Уважаемые коллеги!

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

Кузьмина В.П. Ультрадисперсные системы и механоактивированные материалы // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2010, Том 2, № 4. С. 88–95. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_4_2010.pdf (дата обращения: __ ____).

Dear colleagues!

The reference to this paper has the following citation format:

Kuzmina V.P. Ultradisperse systems and mechanochemical activated materials. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2010, Vol. 2, no. 4, pp. 88–95. Available at: http://www.nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_4_2010.pdf (Accessed __ ____). (In Russian).

Библиографический список:

1. Раткин Л. Нанотехнологии для ЖКХ / Наноиндустрия. 2008. №1. С. 30–32.
2. Морохов И.Д., Петин В.И., Трусов Л.И., Петрунин Ф.В. Успехи физических наук / 1981. т. 133, вып. 4, с. 653–692. ОНИЛ-724, МИФИ.
3. Патент РФ 2157451. Россия. МПК E21B 43/22. Способ разработки нефтяной залежи. Опубл. 10.10.2000.
4. Патент РФ 2202037. Россия. МПК E21B 43/22. Гелеобразующий состав для повышения нефтеотдачи пластов и способ его приготовления. Опубл. 04.10.2003.

Контактная информация для переписки:

e-mail: kuzminavp@yandex.ru

О НАРАЩИВАНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО КАПИТАЛА И ЕГО ЗАЩИТЕ ПУТЕМ ПАТЕНТОВАНИЯ

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

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

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

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

Постановка и проведение перспективных исследований:

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

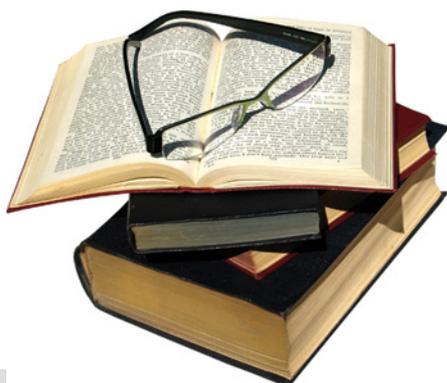
Подготовка заявок и патентование разработок:

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

Техническое сопровождение процесса оценки стоимости Вашей интеллектуальной собственности.

**Широкий спектр работ по согласованию в части создания
и защиты Вашей интеллектуальной собственности.**

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



В МИРЕ КНИГ

IN THE WORLD OF THE BOOKS

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА.
НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ**

**SCIENTIFIC AND TECHNICAL LITERATURE.
NANOMATERIALS AND NANOTECHNOLOGIES**

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

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

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

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

Теория формирования эпитаксиальных наноструктур

В.Г. Дубровский



В книге (2009 г., 352 стр.) подробно рассмотрены кинетическая теория формирования полупроводниковых наноструктур на поверхности твердого тела, описаны основные физические концепции и модели процессов образования эпитаксиальных пленок, квантовых точек и нитевидных нанокристаллов (нановискеров). Изложены основы теории нуклеации и конденсации и возможности ее применения для моделирования ростовых процессов, морфологии и физических свойств эпитаксиальных наноструктур. Особое внимание уделено теоретическим моделям

формирования квантовых точек и нановискеров полупроводниковых соединений III–V. Результаты расчетов сравниваются с экспериментальными данными, полученными для различных систем материалов и условий осаждения. Никаких предварительных знаний по теории нуклеации, физической кинетике, физике поверхностных явлений не требуется, все необходимые сведения приведены в тексте.

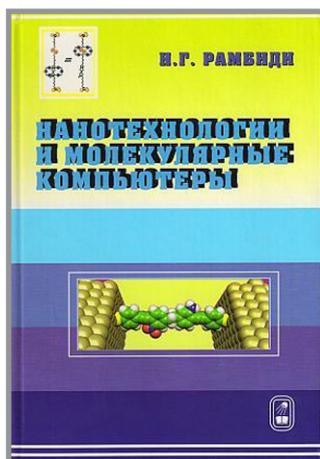
Для студентов, бакалавров и аспирантов, специализирующихся в области физики, материаловедения и некоторых других технических дисциплин, а также для ученых и инженеров, желающих глубже понять теоретические основы современной физики и технологии наноструктур.

Нанотехнология и молекулярные компьютеры

Н.Г. Рамбиди

Эта книга (2007 г., 256 стр.) – об одном из наиболее ранних и активно развивающихся направлений нанотехнологии – создании вычислительных устройств, в которых в качестве элементной базы использованы отдельные молекулы или же их сравнительно небольшие ансамбли.

Изложены основные принципы обработки информации на молекулярном уровне – сложная и во многом противоречивая история разра-



ботки молекулярных вычислительных устройств и последние результаты, которые позволяют надеяться на новый прорыв в современной вычислительной технике. Рассмотрены цифровые молекулярные системы, сходные по своей архитектуре с современными компьютерами, а также устройства, имитирующие биологические принципы обработки информации, которые, по-видимому, смогут эффективно решать задачи искусственного интеллекта.

Для студентов, аспирантов и научных работников, создающих новые перспективные средства обработки информации, а также для широкого круга читателей, интересующихся этой проблемой.

Сверхпластичность и границы зерен в ультрамелкозернистых материалах

А.П. Жиляев, А.И. Пшеничнюк



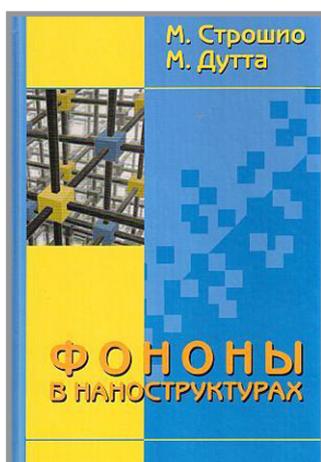
В монографии (2008 г., 320 стр.) рассмотрен круг вопросов, связанных с проблемами описания и экспериментальной аттестации отдельных границ и ансамблей границ зерен в поликристаллах. Исследована их роль в таких процессах, как зернограницная диффузия, релаксация и рост зерен.

Предпринята попытка построить общую модель сверхпластичности, основанную на экспериментально установленных закономерностях, касающихся полос кооперированного зернограницного проскальзывания. Рассмотрены вопросы формирования и эволюции микроструктуры, текстуры и ансамбля границ зерен в материалах, полученных методами интенсивной пластической деформации.

Книга может быть рекомендована аспирантам и студентам старших курсов, занимающимся проблемами наноматериалов и нанотехнологий.

Фононы в наноструктурах

М. Строшио, М. Дутта



В книге (2006 г., 320 стр.) представлены исследования крупных американских специалистов в области современной наноэлектроники. В ней систематически излагается теория, необходимая для понимания свойств наноструктур, изучения фононов и эффектов с их участием в наноструктурах с размерным ограничением по одной или более координат.

Наука о наноразмерных структурах продолжает развиваться гигантскими шагами и вносит огромный вклад в такие области, как электроника, оптоэлектроника, квантовая электроника, материаловедение, химия и биология.

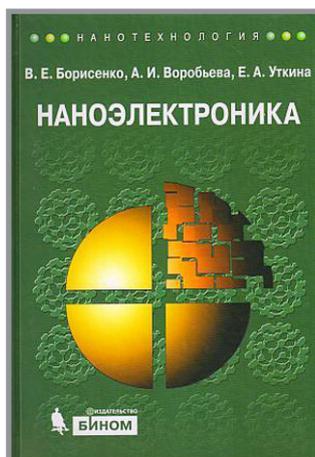
Быстро развиваются технологии, необходимые для изготовления наноразмерных структур и приборов. Эта наука позволила разработать методы целенаправленного формирования параметров энергетических зон и энергетических уровней, возможности вариации которых ранее ограничивались молекулярными и атомными системами, имеющимися в природе. Теперь же постоянное сокращение размеров структур в электронных и оптоэлектронных приборах, вместе с прогрессом технологий роста полупроводников и обработки материалов открыли множество рукотворных путей повышения эксплуатационных и функциональных характеристик электронных и оптоэлектронных приборов.

Уровень изложения материала доступен для студентов и аспирантов, специализирующихся в области физики и техники, которые прослушали курсы квантовой механики и физики твердого тела или твердотельных устройств. Предполагается также знание основ электромагнетизма и классической акустики.

Наноэлектроника

В.Е. Борисенко, А.И. Воробьева, Е.А. Уткина

Учебное пособие (2009 г., 223 стр.) составлено на основе курса лекций «Наноэлектроника», читаемого студентам специальностей «Микро-



и наноэлектронные технологии и системы» и «Квантовые информационные системы» в Белорусском государственном университете информатики и радиоэлектроники. Рассмотрены фундаментальные физические эффекты, имеющие место в наноструктурах и обусловленные их пониженной мерностью. Дана классификация низкоразмерных структур. Описаны подходы, позволяющие формировать такие структуры в полупроводниках, а также современные методы их исследования. Обсуждаются особенности транспорта носителей заряда в наноразмерных структурах.

Для студентов вузов, аспирантов и специалистов.

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

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

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

Перечень требований к оформлению материалов и условия представления статей для публикации

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

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

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

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

4. Статья должна сопровождаться рецензией специалиста. Примерная структура рецензии приведена в Приложении 4. Рецензии принимаются за подписью специалиста с научной степенью доктора наук в той области, которой посвящена тематика статьи. Рецензию, заверенную гербовой печатью организации, в которой работает рецензент, необходимо отсканировать, сохранить ее как графический файл (предпочтительно в формате .jpg) и прислать в редакцию в электронном виде вместе со статьей.

Редакция предоставляет рецензии по запросам авторам рукописей и экспертным советам в ВАК.

5. Для размещения статьи в журнале необходимо распечатать размещенную на сайте (полученную по запросу из редакции) квитанцию и оплатить ее в сбербанке. Отсканировав оплаченную квитанцию с отметкой банка об оплате, нужно сохранить ее как графический файл (предпочтительно в формате .jpg) и прислать в редакцию в электронном виде вместе со статьей.

6. Плата с аспирантов за публикацию статей не взимается.

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

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

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

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

11. Перепечатка материалов из журнала возможна лишь с письменного разрешения редакции.

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

Приложение 1

Правила оформления материалов

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

Оформление текста статьи:

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

Графическое оформление статьи:

- Иллюстрации выполняются в векторном формате в графическом редакторе Corel Draw 11.0, либо в любом из графических приложений MS Office 97, 98 или 2000.
- Графики, рисунки и фотографии вставляются в текст после первого упоминания о них в удобном для автора виде.
- Подрисуночные подписи (12 кг, обычный) даются под иллюстрациями по центру после слова *Рис.* с порядковым номером (12 кг, полужирный). Единственный рисунок в тексте не нумеруется.

- Между подписью к рисунку и последующим текстом – один междустрочный интервал.
- Все рисунки и фотографии должны быть контрастными и иметь разрешение не менее 300 dpi. Иллюстративный материал желательно представлять в цветном варианте.
- Графики нельзя выполнять тонкими линиями (толщина линий – не менее 0,2 мм).
- Ксерокопированные, а также плохо отсканированные рисунки из книг и журналов не принимаются.
- Слово *Таблица* с порядковым номером располагается с выключкой вправо. На следующей строке приводится заголовок к таблице (выравнивание по центру без отступа). Между таблицей и текстом – один междустрочный интервал. Единственная таблица в статье не нумеруется.

Оформление модулей:

- Модули должны быть контрастными и иметь разрешение не менее 300 dpi (в формате .jpg).
- Размеры модулей, мм:
1/1 – 170 (ширина) 230 (высота);
1/2 – 170 (ширина) 115 (высота).

Приложение 2

Структура статьи

УДК

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

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

Заглавие (на русском языке)

Заглавие (на английском языке)

Аннотация (на русском языке)

Аннотация (на английском языке)

Ключевые слова (на русском языке)

Ключевые слова (на английском языке)

Текст статьи (на русском языке)

Текст статьи (на английском языке)*

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

Библиографический список в формате, установленном журналом, из числа предусмотренных действующим ГОСТом (на английском и русском языках)*

Контактная информация для переписки (на русском языке)

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

* для авторов из-за рубежа

Приложение 3**Примеры оформления библиографических ссылок**

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

1. Описание книги одного автора

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

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

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

2. Описание книги четырех и более авторов

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

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

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

3. Описание статьи из журнала

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

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

4. Описание статьи из продолжающегося издания

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

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

5. Описание статьи из неперiodического сборника

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

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

6. Описание статьи из многотомного издания

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

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

7. Описание диссертаций

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

8. Описание авторефератов диссертаций

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

9. Описание депонированных научных работ

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

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

10. Описание нормативных актов

(обязательны только подчеркнутые элементы)

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

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

11. Описание отчетов о НИР

Проведение испытания теплотехнических свойств камер КХС-12-В3 и КХС-2-12-3: Отчет о НИР (промежуточ.) / Всесоюз. заоч. ин-т пищ. пром-сти (ВЗИПП); Руководитель В.М. Шавра. ОЦО 102Т3; №ГР8005-7138; Инв. №5119699. М, 1981. 90 с.

12. Описание патентных документов

(обязательны только подчеркнутые элементы)

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

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

13. Описание электронных научных изданий

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

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

Приложение 4**Структура рецензии на статью**

- 1. Актуальность темы статьи.**
- 2. Краткая характеристика всего текста статьи.**
- 3. Обоснованность и достоверность положений, выводов и рекомендаций, изложенных в статье.**
- 4. Значимость для науки и практики результатов и предложений, рекомендации по их использованию.**
- 5. Основные замечания по статье.**
- 6. Выводы о возможности публикации статьи в журнале.**
- 7. Сведения о рецензенте:** его место работы, занимаемая должность, научное звание, научная степень (доктор наук в той области, которая соответствует тематике статьи). Данные сведения оформляются в виде подписи рецензента, которая заверяется в отделе кадров его места работы гербовой печатью.

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

Редакция

Главный редактор	доктор техн. наук, профессор Б.В. Гусев
Зам. главного редактора	Е.Д. Беломытцева
Консультанты:	доктор техн. наук, профессор И.Ф. Гончаревич канд. техн. наук В.П. Кузьмина
Журналисты:	И.А. Жихарева Ю.Л. Липаева
Дизайн и верстка	А.С. Резниченко
Перевод	С.Р. Муминова

Электронное издание «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» включено в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук.

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

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

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

Учредитель и издатель журнала ООО «ЦНТ «НаноСтроительство»

Дата опубликования 15 сентября 2010 г.

Адрес редакции:

Российская Федерация, 125009, Москва, Газетный пер., д. 9, стр. 4

Internet: <http://www.nanobuild.ru>

E-mail: info@nanobuild.ru

Минимальные системные требования, необходимые для доступа к изданию

Операционная система: Windows/Linux/Mac

Частота процессора: от 100 MHz и выше.

Оперативная память: 64Mb

Память на жестком диске: 20Mb

Необходимые программы:

Adobe Acrobat Reader 5.0 и выше

Internet-браузер, совместимый с вашей операционной системой
