ISSN 2075-8545

НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

научный Интернет-журнал

2010 • Том 2 • № 1

NANOTECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION

A Scientific Internet-Journal

2010 • Vol. 2 • no. 1

NANOTEHNOLOGII V STROITEL'STVE

nauchnyj Internet-zhurnal

2010 • Tom 2 • № 1

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

В НОМЕРЕ:

IN THE ISSUE:

- 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
- Electronic issue «Nanotechnologies in construction: scientific internet journal» is included in the list of the leading scientific journals and editions in which the main results of Ph.D. and doctoral theses are to be published

- О методике введения наноразмерных частиц SiO_2 в цементную смесь. Показано, что полученные наноразмерные частицы SiO_2 могут считаться перспективными модификаторами цементного камня и бетонов на его основе
- On the method of introduction of nanosized particles SiO_2 into cement mixture. The obtained nanosized particles SiO_2 are shown to be considered as perspective modifiers of cement stone and concretes on basis of it

- О деятельности ГК «Роснанотех» по завоеванию Россией лидирующих позиций на мировых рынках нанотехнологической продукции
- On the SC «Rosnanotech» activity providing Russia to achieve leading positions in the world markets of nanotechnological production

- Данные об исследованиях эффективности гидрофобизации пористых строительных материалов (цементные бетоны, силикатный кирпич, автоклавный газобетон) новым видом пропиточной композиции на основе наноразмерной серы
- Data on the researches of efficiency of porous building materials hydrophobization (cement concretes, lime-sand brick, autoclave foamed concrete) by the new type of soaking composition on basis of nanosized sulfur

2010 • Том 2 • № 1 / 2010 • Vol. 2 • no. 1

Nanobuild.ru

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

Научно-техническая поддержка

Российская инженерная академия

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Председатель редакционного совета

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

Члены редакционного совета

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

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

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

ЛЕОНТЬЕВ Леопольд Игоревич – член президиума РАН, академик РАН

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

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

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

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

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

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

Обращение главного редактора научного Интернет-журнала «Нанотехнологии в строительстве» Б.В. Гусева к авторам и читателям 5

Артамонова О.В., Сергуткина О.Р., Коротких Д.Н., Чернышов Е.М. Золь-гель синтез наноразмерных частиц SiO_2 для модифицирования структуры цементного камня 9

Проекты РОСНАНО. РОСНАНО – масштабный государственный проект 18

Балашова И.Е. *Мероприятия.* Оборудование и наноматериалы, производимые в России, способны дать значительный экономический эффект 39

Массалимов И.А., Волгушев А.Н., Чуйкин А.Е. и др. Долговременная защита строительных материалов покрытиями на основе наноразмерной серы 45

Международный симпозиум «Наноматериалы для защиты промышленных и подземных конструкций», XI Международная конференция «Физика твердого тела» 59

Кузьмина В.П. *Исследования, разработки, патенты.* Нанобетоны в строительстве 63

О наращивании интеллектуального капитала и его защите путем патентования 71

Куликов В.Г. Физико-химические аспекты процессов пенообразования дисперсными системами ПАВ 72

В мире книг. Научно-техническая литература. Наноматериалы и нанотехнологии 91

Перечень требований к оформлению материалов и условия представления статей для публикации 95

ISSN 2075-8545

NANOTECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION: A SCIENTIFIC INTERNET-JOURNAL

NANOTEHNOLOGII V STROITEL'STVE: NAUCHNYJ INTERNET-ZHURNAL

CONTENTS

The speech of the Internet-journal «Nanotechnologies in construction» editor-in-chief B.V. Gusev to the authors and readers 5

Artamonova O.V., Sergutkina O.R., Korotkikh D.N., Chernishov E.M. Sol-gel synthesis of SiO_2 nanosized particles for cement stone structure modifying 9

RUSNANO Projects. RUSNANO – the large-scale state project 18

Balashova I.E. *Events*. Equipment and nanomaterials produced in Russia could be of considerable benefit..... 39

Massalimov I.A., Volgushev A.N., Chuikin A.E. et al. Building material protection of long duration by the coatings on basis of nanosized sulfur..... 45

International Symposium «Nanomaterials for Protection of Industrial and Underground Structures», 11th International Conference «Solid-State Physics»..... 59

Kuzmina V.P. *Researches, developments, patents*. Nanoconcretes in construction 63

On the build-up of intellectual capital and its protection by means of patenting 71

Kulikov V.G. Physicochemical aspects of the disperse SAM systems foaming process 72

In the world of the books. Scientific and technical literature. Nanomaterials and technologies..... 91

The list of requirements to the material presentation and article publication conditions..... 95

Уважаемые коллеги!

Прошло не так много времени после выхода заключительного номера журнала 2009 года, но в жизни издания произошли очень важные события, на трёх из которых хотелось бы остановиться более подробно.

Во-первых, решением Президиума Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 февраля 2010 года № 6/6 утверждена новая редакция Перечня ведущих рецензируемых научных журналов и изданий. **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 *(www.vak.ed.gov.ru)*, включено электронное издание «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал».** Сердечно поздравляю с этим знаменательным событием и благодарю за активную плодотворную работу коллектив редакции, редакционный совет, редакционную коллегию и всех авторов журнала! И надеюсь на дальнейшее, ещё более активное сотрудничество!

Во-вторых, **электронное издание «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» получает всё большее международное распространение:** Интернет-журнал зарегистрирован в Регистре ISSN (International standard serial numbering) и внесен в международную систему данных по периодическим изданиям (МСДПИ) международного Центра ISSN в г. Париже (Франция); научный Интернет-журнал «Нано-

технологии в строительстве» и Интернет-портал NanoNewsNet совместно провели I Международную научно-практическую online-конференцию «Применение нанотехнологий в строительстве» (отчет опубликован в журнале №4/2009); в настоящее время идёт регистрация в международную базу цитирования научных журналов и изданий. Дальнейшим подтверждением того, что издание становится всё более популярным в странах ближнего и дальнего зарубежья, стал анализ посещаемости и использования материалов научного Интернет-журнала «Нанотехнологии в строительстве», проведенный редакцией по итогам 2009 года. Количество пользователей из Российской Федерации (зона – ru) составило 67%, из-за рубежа (всего 50 стран) – 33%. Данные по пользователям информации Интернет-журнала приведены в таблице.

COUNTRY	ZONE	COUNTRY	ZONE	COUNTRY	ZONE
Russian Federation	ru	Bulgaria	bg	Australia	au
United States	us	Kyrgyzstan	kg	Singapore	sg
European country	eu	Spain	es	Kenya	ke
Ukraine	ua	Austria	at	Estonia	ee
Belarus	by	Switzerland	ch	Mexico	mx
Germany	de	Czech Republic	cz	South Africa	za
Great Britain	gb	Netherlands	nl	Japan	jp
Kazakhstan	kz	Belgium	be	Hungary	hu
Israel	il	Latvia	lv	Tajikistan	tj
Italy	it	Finland	fi	Greece	gr
Uzbekistan	uz	Azerbaijan	az	Mongolia	mn
Lithuania	lt	South Korea	kr	Iran	ir
China	cn	Turkey	tr	Romania	ro
Poland	pl	Sweden	se	Norway	no
Bosnia and Herzegovina	ba	Armenia	am	Canada	ca
France	fr	Former Czechoslovakia	cs	Ireland	ie
Georgia	ge	Moldova	md	Slovakia	sk

В настоящее время серьёзным препятствием публикации в издании материалов о своих достижениях зарубежными авторами является языковой барьер. Поэтому редакционный совет принял следующее решение об изменении структуры материалов для авторов из-за рубежа:

- УДК;
- автор(ы): обязательное указание мест работы всех авторов, их должностей, ученых степеней, ученых званий (на английском языке и на русском языке);
- заглавие (на английском языке и на русском языке);
- аннотация (на английском языке и на русском языке);
- ключевые слова (на английском языке и на русском языке);
- **текст статьи (на английском языке);**
- библиографический список в формате, установленном журналом, из числа предусмотренных действующим ГОСТом (на английском языке и на русском языке);
- контактная информация для переписки (на английском языке и на русском языке).

Статья должна сопровождаться рецензией специалиста. Примерная структура рецензии приведена в Приложении 4. Участие ведущих ученых и специалистов из-за рубежа позволяет значительно расширить площадку для обмена мнениями и получения самой передовой и достоверной информации о наноматериалах и нанотехнологиях.

И, наконец, в-третьих, **увеличивается количество мероприятий, информационную поддержку которых осуществляет научный Интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве», а, соответственно, растет авторитет издания.** Например, за истекший период журнал осуществлял информационную поддержку:

- VI Научно-практической конференции «Нанотехнологии – производству 2009», проходившей в декабре 2009 г. в наукограде Фрязино Московской обл.;
- научно-практической конференции «НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ», организованной Российским обществом инженеров строительства 16 февраля 2010 года в Москве и др.

Среди участников и гостей мероприятий были руководители и специалисты организаций и предприятий, ученые, преподаватели вузов, сотрудники НИИ и научных центров из различных регионов России, стран ближнего и дальнего зарубежья, которые высоко оценили науч-

БЛАГОДАРНОСТЬ

научному Интернет-журналу
«НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»

За информационную поддержку
научно-практической конференции
«НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»
(Москва, 16 февраля 2010 г.)

Председатель
Правления Российского общества инженеров строительства

РОИС

О.И. ЛОБОВ

НАЦИОНАЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ
НАНОИНДУСТРИИ

Благодарность

научному Интернет-журналу
«Нанотехнологии в строительстве»

За информационную поддержку
VI-й Научно-практической конференции
«Нанотехнологии – производству 2009»
(наукоград Фрязино, 1-3 декабря 2009г.)

Президент
д.т.н., академик РАЕН
М.А. АНАНЯН

но-технический уровень материалов и качество представления информации в издании.

Редакция приглашает к публикации информации о своих достижениях специалистов из России и зарубежных партнеров.

Б.В. ГУСЕВ,
председатель редакционного совета и редакционной коллегии научного Интернет-журнала «Нанотехнологии в строительстве», президент Российской и Международной инженерных академий, чл.-кор. РАН, эксперт ГК «Роснанотех», д-р техн. наук, проф.

УДК 6-022.532

АРТАМОНОВА Ольга Владимировна, канд. хим. наук, доц. кафедры химии, Россия
СЕРГУТКИНА Октябрина Романовна, канд. хим. наук, доц. кафедры химии, Россия
КОРОТКИХ Дмитрий Николаевич, канд. техн. наук, доц. кафедры технологии строительных изделий и конструкций, докторант, Россия
ЧЕРНЫШОВ Евгений Михайлович, акад. РААСН, д-р техн. наук, проф. кафедры материаловедения и технологии строительных материалов, Россия
Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

ARTAMONOVA Olga Vladimirovna, Ph. D. in Chemistry, Assoc. Prof. of Department of Chemistry, Russian Federation
SERGUTKINA Octyabrina Romanovna, Ph. D. in Chemistry, Assoc. Prof. of Department of Chemistry, Russian Federation
KOROTKIKH Dmitry Nikolaevich, Ph. D. in Engineering, Assoc. Prof. of Building Products and Structures Technology Department, Russian Federation
CHERNISHOV Evgeniy Mikchailovich, Acad RAASN, Doctor of Engineering, Professor of Department of Materials Science and technology of building materials, Russian Federation
Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

ЗОЛЬ-ГЕЛЬ СИНТЕЗ НАНОРАЗМЕРНЫХ ЧАСТИЦ SiO_2 ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ*

SOL-GEL SYNTHESIS OF SiO_2 NANOSIZED PARTICLES FOR CEMENT STONE STRUCTURE MODIFYING

Рассматривается золь-гель синтез наноразмерных частиц в системе SiO_2–H_2O для использования их в качестве возможного модификатора структуры цементного камня. Обсуждаются технологические варианты введения наномодификатора в состав цементной смеси, кинетика гидратации и твердения цементного камня, модифицированного синтезированными наночастицами SiO_2.

Sol-gel synthesis of nanosized particles in the system SiO_2–H_2O is considered in order to use them as the potential modifier of cement stone structure. Technological alternatives of introduction of nanomodifier into cement mixture, kinetics of hydration and cement stone hardening modified by synthesized nanoparticles SiO_2 are discussed.

*** Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект 09-08-13733-офи_ц.**

Ключевые слова: золь-гель метод, наноразмерные частицы, механизмы структурообразования, модифицирование.

Key-words: sol-gel method, nanosized particles, mechanisms of structure formation, modifying.

Исследование роли и значения наноразмерных частиц (НРЧ) при модифицировании структуры цементных бетонов является важным этапом в создании строительных композитов нового поколения, а также в целом в развитии научных основ их материаловедения и высоких технологий.

Следует отметить, что механизм модифицирования структуры цементного камня микронаполнителями различной природы достаточно хорошо изучен, в то время как вопрос о механизме, мере и характере влияния на такие сложные системы НРЧ (размером от 1 до 10 нм) остается открытым. Поэтому сегодня исследования в области материаловедения должны быть направлены на раскрытие физико-химических явлений, имеющих место в нанотехнологиях, на систематизацию многочисленных экспериментальных фактов. Это важнейший этап при переходе от научных «пробирочных» исследований материалов к их получению в промышленных масштабах.

Целью данной работы является теоретический анализ и экспериментальное исследование таких актуальных вопросов как:

1) обоснование природы и выбора состава наноразмерных модификаторов;
2) разработка метода синтеза НРЧ для применения их при модифицировании структуры цементного камня и бетонов;
3) решение проблем технологии введения и распределения НРЧ в объеме цементной (бетонной) смеси;
4) получение данных о взаимосвязи свойств и параметров структуры твердения цементного камня, модифицированного НРЧ.

Основные требования к наномодификаторам или нанодобавкам в твердеющие цементные смеси, применение которых должно быть целенаправленным и научно обоснованным, обсуждались авторами ранее

[1]. Данная работа в определенной мере может рассматриваться как развитие проблемы наномодифицирования и включает поэтапное рассмотрение вопросов, обозначенных выше.

На первом этапе из анализа системы фундаментальных физико-химических принципов создания материалов обоснованно вытекает вывод о том, что наиболее приемлемыми наноразмерными частицами для модифицирования цементного камня должны быть неорганические соединения, по кристаллохимическому строению родственные гидросиликатным продуктам гидратации. Простыми и доступными в этом смысле являются наноразмерные частицы SiO_2–H_2O. Стабильные дисперсии-золи кремнезёма состоят из дискретных аморфных частиц с размерами в пределах 1÷400 нм. Гидрозоли кремнезёма находят широкое применение в качестве катализаторов и адсорбентов, цеолитов, входят в состав композиционных и лакокрасочных материалов, покрытий, стёкол. Таким образом, выбор именно этого соединения объясним.

На втором этапе необходимо было исследовать и разработать метод синтеза наноразмерных частиц SiO_2–H_2O. Выбор того или иного метода синтеза определяется, наряду с технологичностью, энергоемкостью, экономичностью, экологичностью, комплексом физических и химических свойств получаемых НРЧ, также целью и задачами дальнейшего использования дисперсного продукта.

Арсенал методов получения наноразмерных частиц SiO_2 довольно широк. Согласно А.Д. Помогайло и др. [2], сформировались два основных подхода получения НРЧ – диспергационный и конденсационный. Первый из них связан с измельчением грубодисперсных частиц до размеров НРЧ, второй – со «сборкой» НРЧ из отдельных атомов в ходе фазового превращения. Первый подход для получения НРЧ путем механического диспергирования массивных частиц используют значительно реже. Конденсационные способы, разнообразно экспериментально оформленные, напротив, получили в последние годы широкое распространение. Их можно подразделить на физические и химические.

К чисто физическим методам относятся: метод молекулярных пучков; катодное распыление; метод ударной волны; аэрозольный метод; метод низкотемпературной плазмы и др.

В химических способах основным «поставщиком» формируемого материала служат продукты химических превращений, но образование новой фазы обязательно связано с фазовым переходом (физическим

процессом). Из химических методов можно выделить: золь-гель метод; гидротермальный синтез; разложение (пиролиз и распад под действием излучения); восстановление в растворе; химическая сборка (метод «гигантских» кластеров); крио-, электро-, плазмохимический синтез. В последнем случае подразумеваются физические методы получения НРЧ при осуществлении химических реакций.

Указанные способы обеспечивают получение НРЧ различного уровня дисперсности и с разнообразными физико-химическими свойствами. Однако золь-гель метод обладает преимуществами по сравнению с другими методами получения наноразмерных систем SiO_2–H_2O, так как отличается относительной простотой, позволяет достигать высокой чистоты и гомогенности продукта синтеза.

В основе золь-гель синтеза наноразмерных частиц кремнезема лежит реакция гидролиза силиката натрия в водном растворе, которая протекает по схеме [3]:

$$Na_2SiO_3 + 3H_2O \longrightarrow Si(OH)_4 + 2NaOH.$$

Монокремниевая кислота является слабой и может существовать лишь в разбавленных растворах при концентрациях < 0,011 г/л в области pH от 1.0 до 8.0. Выделяющаяся в результате реакции гидролиза кремниевая кислота содержит в своем составе силанольные группы ($\equiv Si - OH$), способные к реакции поликонденсации с образованием силоксановых связей ($\equiv Si - O - Si \equiv$). В процессе поликонденсации образуются полимеризованные кремниевые кислоты:

$$(HO)_3 \equiv Si - OH + HO - Si \equiv (OH)_3 \longrightarrow (HO)_3 \equiv Si - O - Si \equiv (OH)_3 + H_2O.$$

В результате поликонденсации кремниевых кислот в водной среде образуется золь и происходит рост его частиц. Параметры кинетики процесса контролируются образованием межфазной поверхности при переходе истинных растворов в золи. Этим самым во многом определяется влияние начальных условий (состав и концентрация исходного прекурсора, pH среды, температуры и др.) на свойства гелей и структуру конечных материалов.

С учетом вышесказанного, на втором этапе работы экспериментально исследовалось влияние различных факторов: прекурсора, способа

титрования, pH-среды, концентрации исходных компонентов, температуры, продолжительности титрования на скорость роста и морфологию частиц наноразмерного кремнезема, синтезируемого золь-гель методом.

Для получения высококачественного модификатора стремились синтезировать НРЧ кремнезема (диаметром 5–10 нм) однородной морфологии и преимущественно шарообразной. Причем в процессе поликонденсации необходимо было выявить время созревания золя, при котором реализуются эти характеристики НРЧ, а также определить рациональные начальные условия синтеза (состав исходного прекурсора, метод титрования, температуру и т. д.).

Проведенные нами электронно-микроскопические исследования полученных золей показали, что первичные шарообразные частицы образуются на стадиях поликонденсации кремниевой кислоты в сроки до 7 дней и имеют диаметр 5–10 нм. Далее происходит увеличение размера частиц и через 14 дней их диаметр составляет 20–30 нм. В последующем параллельно с процессом роста частиц золя наблюдается их агломерация и через 30 дней от начала синтеза практически весь золь переходит в гель, а диаметр частиц SiO_2 при этом составляет около 100 нм. На рис. 1 представлена динамика созревания золя НРЧ SiO_2.

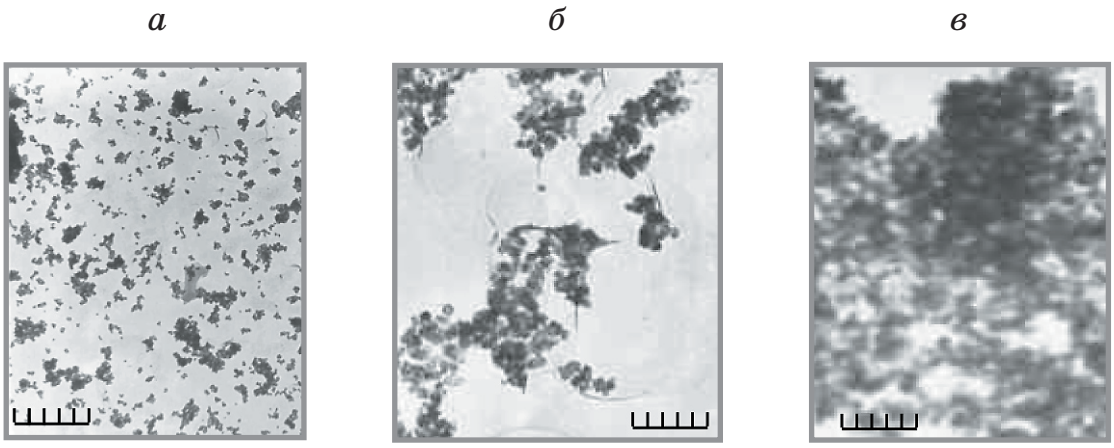


Рис. 1. **Микрофотографии наноразмерных частиц в системе SiO_2–H_2O:**
а) 14 дней; б) 21 день; в) 30 дней, полученные по данным ПЭМ.
Размер метки 1 см – 220 нм.

Схематическое строение частицы гидрозоля кремнезема, который был изначально получен, можно представить следующим образом (рис. 2).

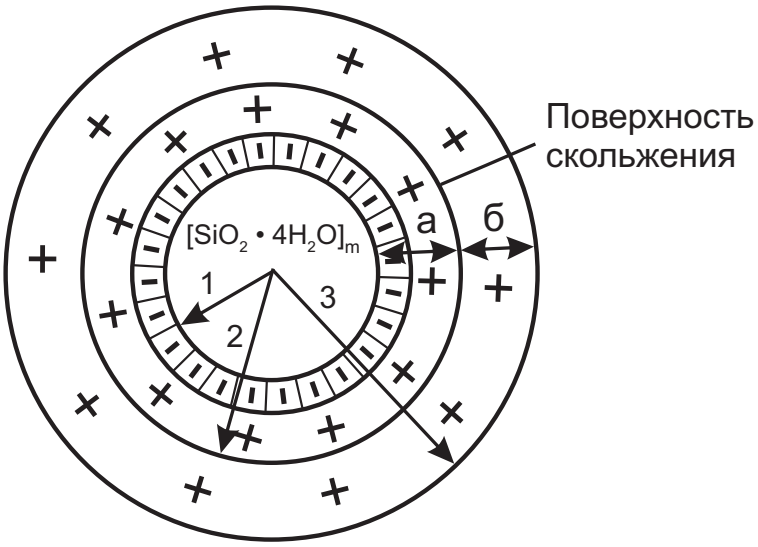


Рис. 2. **Схема строения мицеллы кремниевой кислоты:**
(–) – потенциалопределяющие ионы $HSiO_3^-$, (+) – противоионы H^+,
m – число молекул $SiO_2 \cdot 4H_2O$ в ядре;
а – адсорбционный слой, б – диффузный слой противоионов;
1 – ядро, 2 – коллоидная частица, 3 – мицелла.

Частицы SiO_2 приобретают необходимые наноразмерные характеристики синтезируемого модификатора в определенный момент времени (7 дней от начала созревания); именно в этот момент необходимо остановить процесс роста частиц. Согласно расчетам [4], при размере частиц до 10 нм удельная площадь их поверхности может достигать 200 000 $м^2$/кг и более. Удельная поверхностная энергия частиц микрокремнезема массой один килограмм составляет от 10 до 18 кДж, а поверхностная энергия наноразмерных частиц SiO_2 массой один килограмм – до 250 кДж.

Особо стоит отметить, что рассматриваемый метод синтеза наноразмерных систем SiO_2–H_2O является экономически выгодным. Например, в лабораторных условиях из химически чистого сырья золь-гель методом получены наночастицы SiO_2 размером от 5 до 10 нм. Затраты на материалы составили примерно 10 рублей за 1 г, что на 3 порядка меньше, чем для наночастиц, полученных гидротермальным способом.

Рассматривая вопрос о введении НРЧ в объем цементной смеси (***третий этап работы***), необходимо отметить его определенную проблемность, связанную с обеспечением равномерности распределения нанодисперсного модификатора. В отношении порошкового состояния модификатора задача эта крайне сложная и в общем случае практически невыполнимая, даже если наночастицы инертны и не склонны к агломерации. Следовательно, для достижения максимально однородного распределения вводимых добавок остаются, как выход, специальные технологические приемы. На сегодняшний день наиболее отработанными являются [5] следующие технологические приемы:

1) использование для введения в композиции разбавленных растворов или суспензий наночастиц, получаемых золь-гель методом. Такой прием применим, если существуют растворители, сочетаемые с системой наночастиц без потери последними своих характеристик;
2) приготовление двухкомпонентного промежуточного концентрата, содержащего повышенное количество наночастиц (преимущественно трубчатого строения) в компоненте-носителе;
3) обработка наночастицами поверхности высокодисперсного наполнителя перед его введением в композиционный материал;
4) использование разбавленных растворов или суспензий наночастиц для обработки поверхности объектов перед нанесением защитных пленочных покрытий. Этот метод эффективен в случае тонких слоев пленкообразователя.

В данной работе принята ориентация на первый подход, в соответствии с чем разработана технологическая цепочка получения наноразмерных частиц SiO_2 золь-гель методом и введения этих частиц в виде маточного раствора (содержащего, кстати, часть воды затворения) в цементную смесь.

На последнем этапе работы, связанном с получением данных о системе параметров структуры и свойств цементного камня, модифицированного наноразмерными частицами, исследовано влияние наноразмерного кремнезема (5–20 нм) с различным значением pH маточного раствора на кинетику гидратации и твердения цементного камня. Водоцементное отношение исследуемых образцов составляло 0,3–0,33 (по массе).

В работе были проведены рентгенодифрактометрические исследования процесса твердения. Съемку рентгенограмм проводили с филь-

трованным CuK_{α}–излучением (λ = 1,54178Å). Рентгенометрическое исследование кинетики процесса твердения цементного камня, модифицированного наноразмерными частицами SiO_2, выявило следующие закономерности [6].

Процесс гидратации цементного камня протекает значительно быстрее, так как уже при продолжительности твердения 1 час присутствует значительное количество гидросиликатных фаз. При этом образующаяся структура принципиально отличается от таковой в системах без модификатора, так как доминирующей фазой являются более низкоосновные гидросиликаты кальция. С увеличением продолжительности твердения содержание данной фазы возрастает, при этом уменьшается количество фазы $3CaO \cdot SiO_2$ и более активно происходит увеличение содержания фаз $(CaO)_x \cdot SiO_2 \cdot nH_2O$. Следует отметить, что наблюдаемые рентгенографические пики являются более широкими по сравнению с рентгенограммами цементного камня без модификаторов. Более широкие пики свидетельствуют о том, что формирующиеся новообразования цементного камня являются высокодисперсными.

Изучена также динамика набора прочности модифицированного цементного камня. Установлено не только его ускорение, но и значительное (до 1,5 раз) увеличение предела прочности при сжатии.

Таким образом, в данной работе рассмотрен и обоснован золь-гель синтез НРЧ в системе SiO_2–H_2O. Полученные НРЧ SiO_2 являются шарообразными, преимущественно однородными по размеру (5–10 нм), они могут быть в виде суспензии с объемной концентрацией модификатора до 30%.

Предложена методика введения НРЧ SiO_2 в цементную смесь. Показано, что полученные наноразмерные частицы SiO_2 могут считаться перспективными модификаторами цементного камня и бетонов на его основе, так как могут являться зародышами центров кристаллизации новой фазы в этих системах, проявлять высокую химическую активность, изменяя процессы структурообразования в гидросиликатных системах.

Библиографический список:

1. *Коротких Д.Н.* О требованиях к наномодифицирующим добавкам для высокопрочных цементных бетонов / Д.Н. Коротких, О.В. Артамонова, Е.М. Чернышов // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. – 2009. №2. – С. 42–49.
2. *Помогайло А.Д.* Наночастицы металлов в полимерах / А.Д. Помогайло, А.С. Розенберг, И.Е. Уфлянд. – М. : Химия, 2000. – 672 с.
3. *Шабанова Н.А.* Химия и технология нанодисперсных оксидов: учебное пособие / Н.А. Шабанова, В.В. Попов , П.Д. Саркисов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 309 с.
4. *Artamonova O.V., Korotkikh D.N., Sergutkina O.R.* et al. Structure formation research of cement stone modified by SiO_2 nanoparticles // Topical meeting of the European ceramic society: Geometry, information and theoretical crystallography of the nanowold, Saint-Petersburg, Russia, 30 July–3 august, 2007. P. 31.
5. Приложения нанохимии в технологии твердофазных строительных материалов: научно-инженерная проблема, направления и примеры реализации / Е.М. Чернышов, О.В. Артамонова, Д.Н. Коротких и др. // Строительные материалы. 2008. №2. С. 32–36.
6. Синтез наноразмерных частиц для модифицирования структуры цементного камня / Е.М. Чернышов, О.В. Артамонова, Д.Н. Коротких и др. // Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в стройиндустрии: сб. докл. Междунар. науч.-практич. конф. – Белгород. 2007. С. 302–305.

Уважаемые коллеги!

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

Артамонова О.В., Сергуткина О.Р., Коротких Д.Н., Чернышов Е.М. Золь-гель синтез наноразмерных частиц SiO_2 для модифицирования структуры цементного камня // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2010, Том 2, № 1. С. 9–17. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_1_2010.pdf (дата обращения: __ _____ _____).

Dear colleagues!

The reference to this paper has the following citation format:

Artamonova O.V., Sergutkina O.R., Korotkikh D.N., Chernishov E.M. Sol-gel synthesis of SiO_2 nanosized particles for cement stone structure modifying. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2010, Vol. 2, no. 1, pp. 9–17. Available at: http://www.nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_1_2010.pdf (Accessed __ _____ ____). (In Russian).

РОСНАНО
Российская корпорация нанотехнологий

ПРОЕКТЫ РОСНАНО
RUSNANO PROJECTS

РОСНАНО – МАСШТАБНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТ

RUSNANO – THE LARGE-SCALE STATE PROJECT

Учитывая, что одной из основных задач научного Интернет-журнала «Нанотехнологии в строительстве» является информирование общественности о деятельности Государственной корпорации «Российская корпорация нанотехнологий», в 2009 году в издании была открыта рубрика «Проекты РОСНАНО».

Настоящая статья включает информацию об участии Корпорации в проектах по модернизации производства высокочистых кварцевых микро- и нанопорошков; по организации производства наноструктурированного гидроксида магния с модифицированной поверхностью; по производству функциональных наноструктурированных покрытий, а также наноструктурированных мембран и разделительных модулей для очистки воды; по расширению производства отечественных установок для нанесения модифицирующих покрытий нанометровой толщины; по созданию производства термоэлектрических систем для охлаждения и генерации электричества нового поколения и производства солнечных модулей на основе монокремния с двусторонней светочувствительностью.

Considering that one of the main aims of scientific Internet-journal «Nanotechnologies in construction» is informing the society of the activity of state corporation 'Russian Corporation of Nanotechnologies', edition opened the column «RUSNANO Projects» in 2009.

The article contains the information about the participation of state corporation 'Russian Corporation of Nanotechnologies' in the projects on modernization of highly refined quartz micro- and nanopowders production; on organization of nanostructured magnesium hydroxide with modified surface manufacturing; on production of functional nanostructured coatings, and also on production of nanostructured membranes

and separating modules for water treatment; on expansion of production of domestic facilities for laying of modifying coatings nanometer thick; on creation of manufacture of thermoelectric systems for cooling and new generation electricity production and production of solar modules on the basis of monosilicon with two-side light sensitivity.

Ключевые слова: Роснано, кварцевые микро- и нанопорошки, наноструктурированный гидроксид магния, наноструктурированные мембраны, наноматериалы, нанопокрытия.

Key-words: Rusnano, quartz micro- and nanopowders, nanostructured magnesium hydroxide, nanostructured membranes, nanomaterials, nanocoatings.

Исходя из основных задач, определяемых государственной политикой в сфере наноиндустрии и Федеральным законом «О российской корпорации нанотехнологий», государственная корпорация «Российская корпорация нанотехнологий» (далее – Корпорация) определяет свою миссию как содействие реализации государственной политики, имеющей целью вхождение России в число мировых лидеров в области нанотехнологий.

Вхождение России в число лидеров в области нанотехнологий должно быть достигнуто на следующих главных направлениях:

- завоевание лидирующих позиций на мировых рынках нанотехнологической продукции;
- признание России в мировом нанотехнологическом сообществе, в том числе в качестве международной площадки для обсуждения проблем развития наноиндустрии;
- обеспечение весомого вклада в мировую «копилку» знаний («Генерация новых знаний»).

Основные усилия и ресурсы Корпорации планируется сосредоточить на достижении главной для Корпорации цели – завоевании Россией лидирующих позиций на мировых рынках нанотехнологической продукции.

Исходя из поставленной главной цели, определены основные задачи Корпорации – обеспечение коммерциализации разработок наноиндустрии и координация инновационной деятельности в сфере наноиндустрии. Для достижения главной цели и решения основных задач Корпорацией используются различные обеспечивающие инструменты.

РОСНАНО примет участие в модернизации производства высокочистых кварцевых микро- и нанопорошков

В рамках проекта будет освоен выпуск кварцевых микро- и нанопорошков, а также высокочистых кварцевых концентратов. Кварцевые нанопорошки с размером частиц менее 100 нм широко применяются в области микроэлектроники, в строительстве и эксплуатации нефтяных и газовых скважин. Кварцевый микропорошок, представляющий собой очищенный продукт измельчения природного кварца с размером частиц менее 100 мкм, применяется в качестве наполнителя при производстве интегральных схем. Высокочистые кварцевые концентраты используются в альтернативной энергетике, светотехнической, полупроводниковой, оптической и волоконно-оптической промышленности.

Сегодня в мире одним из перспективных и растущих рынков является рынок кварцевых продуктов высокой степени чистоты и передела. Основную роль на нем играет американская компания Unimin. В России же отсутствует собственное производство кварцевой продукции адекватного уровня чистоты, что вынуждает отечественных потребителей закупать эти материалы за рубежом.

Ожидается, что уже в 2016 г. объем производства кварцевой продукции высоких переделов в рамках данного проекта составит 10 200 т, а выручка от реализации продукции в 2015 г. превысит 2 млрд руб.

Кварцевые концентраты

Общий бюджет проекта оценивается в сумму более 4 млрд руб., из которых РОСНАНО внесет 1 290 млн руб.

«Важными конкурентными преимуществами проекта является наличие собственной сырьевой базы в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре и широкая номенклатура производимой продукции. Технология обогащения высокочистого кварца, которая будет реализована в рамках проекта, разработана в партнерстве с ведущими зарубежными и отечественными лабораториями и компаниями, специализирующимися на проблемах переработки кварца, в частности компанией Dorfner (Германия), которая имеет более 100 лет опыта в области добычи и переработки кварца», – отмечает управляющий директор РОСНАНО Георгий Колпачев.

Справка:

ОАО «Полярный кварц» создано Правительством Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в 2000 г. для производства высокочистого кварцевого концентрата. Технология обогащения высокочистого кварца для проекта разрабатывалась в США в лабораториях Quartz Technology Inc (штат Нью-Джерси) и MRL Государственного Университета Северной Каролины, а затем в Германии на фирме Dorfner Anzaplan. Результатом этих исследований к 2003 г. явилась технологическая схема получения из кварца Приполярного Урала кварцевого концентрата в соответствии со стандартами IOTA Standard и IOTA-4. В разработке технологии непосредственно участвовали также ОАО «НПО Природа», ФГУП РНЦ «Прикладная химия», Лаборатория К-2 ВНИИХТ и другие.

В 2003 г. началось строительство обогатительной фабрики в г. Нягани и цеха дробления и фотометрического обогащения в Усть-Пуйве. Успешный запуск этого цеха состоялся осенью 2007 г. Строительство завода в г. Нягани продолжается. На месторождении Додо началась разработка и промышленная добыча кварца. Добытое сырье поставляется для дальнейшей переработки в Усть-Пуйву. Пробные партии концентратов и руды были поставлены ряду потенциальных потребителей (включая ПХМЗ, ЛЗОС, Covalent), которые предоставили положительные заключения после проведения необходимых тестов.

ОАО «Корпорация Урал Промышленный – Урал Полярный» – управляющая компания проекта по разработке недр восточного склона Уральских гор. Основным видом деятельности корпорации является проектирование и строительство транспортной, энергетической и горнорудной инфраструктуры освоения рудных месторождений Полярного и Приполярного Урала. ОАО «Корпорация Урал Промышленный – Урал Полярный» создано в сентябре 2006 г. Основными акционерами являются правительства 4 регионов: ХМАО, ЯНАО, Тюменской, и Челябинской областей. О вхождении в 2010 г. в состав акционеров заявила Свердловская область.

РОСНАНО примет участие в организации производства наноструктурированного гидроксида магния с модифицированной поверхностью

Цель проекта заключается в организации производства антипирена (огнезащитной добавки) – наноструктурированного гидроксида магния с модифицированной поверхностью, а также продуктов добавленной стоимости (бром, хлорид магния). Общий бюджет проекта составляет 3,1 млрд руб., из которых на долю РОСНАНО приходится вклад в уставный капитал проектной компании в 167 млн руб., а также предоставление займа проектной компании на общую сумму не более 1,11 млрд руб.

В процессе реализации проекта будет спроектирован и построен экологически безопасный и экономически эффективный завод по производству наноструктурированного гидроксида магния. Его мощность составит 25 тыс. т в год. Завод будет работать на производственной площадке ОАО «Каустик» (входит в Группу Компаний «НикоХим», г. Волгоград) по технологии, разработанной научно-производственным центром ОАО «Каустик». В рамках проекта будет заключен EPC контракт с одной из крупнейших мировых инжиниринговых компаний Andritz AG (Австрия). Начало реализации проекта запланировано на первый квартал 2010 г., запуск опытного производства гидроксида магния состоится в третьем квартале 2011 г., выход производства на полную мощность – в 2013 г. Потребителями продукции проекта являются российские и зарубежные компании.

«По официальной статистике МЧС РФ, за 2008 г. произошло около 200 тыс. пожаров, при которых погибло свыше 15 тыс. человек, а ежегодный ущерб, нанесенный пожарами, составил 12 млрд руб. В этой связи снижение горючести изделий и понижение выделения дыма и ядовитых газов из полимеров, применяемых в строительстве, электронике и многих других областях, является приоритетной задачей. Использование антипиренов позволит снизить количество жертв, т. к. при пожаре наибольшее количество людей погибает от отравления продуктами горения. На данный момент в России отсутствует собственное производство высококачественных антипиренов, и весь тригидрат алюминия, а также гидроксид магния (около 5000–6000 т в год) являются импортируемыми. Ежегодный рост объемов потребления находится на уровне 10–20%. – отметил Дионис Гордин, управляющий директор РОСНАНО. – Реализация проекта позволит обеспечить российских производителей полимерных компаундов высококачественным сырьем – наноструктурированным гидроксидом магния, а также реализовать часть продукции на экспорт. В дополнение к этому, ужесточение Европейской Комиссией норм по выделению хлористого водорода для проводов и кабелей в перспективе будет способствовать преимущественному применению антипиренов на основе гидроксида магния».

Справка:

Российский рынок антипиренов в 2008 г. составил 9,9 тыс. т. В течение последних трех лет наблюдался устойчивый рост отечественного рынка антипиренов на уровне 11–13% в год. Вступление в силу Федерального закона №ФЗ-123 о повышении требований к пожаробезопасности, а также введение новых ГОСТов в кабельной промышленности и строительстве, ужесточающих требования к негорючести и нетоксичности изделий, будет стимулировать рост этого рынка в дальнейшем. Доля импорта на российском рынке антипиренов составляет около 75%. В РФ не производятся многие виды антипиренов: бромсодержащие; высококачественные тригидрат алюминия и гидроксид магния; некоторые виды фосфорных антипиренов.

Мировой рынок антипиренов активно развивается. В 2008 г. его объем составил 1,15 млн т. Прогнозы рынка различных аналитических агентств на 2009 г. соответствуют показателям 2008 г. По про-

гнозам рост рынка начнется в 2010 г., и к 2015 г. объем мирового рынка антипиренов достигнет 1,55 млн т. Центром производства и потребления антипиренов являются ЕС и США, на которые приходится более 50% от общего объема мирового рынка.

ОАО «Каустик» – одно из крупнейших промышленных предприятий России, занимающее лидирующие позиции в химической отрасли РФ по выпуску синтетической соляной кислоты, товарного хлора, жидкой и твердой каустической соды. Уникальное природное сырье – месторождения каменной соли и бишофита, широкий спектр производимого сырья для выпуска продукции высокого передела, близость к основным транспортным узлам и рынкам сбыта, существенный инновационный потенциал – собственный научно-производственный центр и связи с ведущими НИИ, позволяют компании проводить поэтапную диверсификацию продуктовой линейки.

РОСНАНО профинансирует производство наноструктурированных мембран и разделительных модулей для очистки воды

Продукцией проекта станут мембранное полотно и мембранные рулонные модули, которые используются в процессе фильтрации и обратного осмоса. Мембранные технологии широко применяются во всех областях промышленности, где существует потребность в водоподготовке и очистке стоков. В частности, использование мембранных технологий в таких областях как электроэнергетика, микроэлектроника, фармацевтика, жилищно-коммунальное хозяйство, пищевая промышленность экономит затраты на получение ультрачистой обессоленной и безопасной с точки зрения микробиологических загрязнений воды. Реализация проекта позволит заменить импортные аналоги отечественной продукцией с более высокими потребительскими свойствами. Мембраны, производимые в рамках проекта, будут иметь размеры пор от 1 до 100 нм.

Благодаря имеющемуся у НТЦ «Владипор» опыту и научно-техническому потенциалу в области мембранных технологий, проектная компания имеет широкие возможности для дальнейшего развития, в том числе для разработки новых видов мембран под конкретные области применения.

Образцы продукции «Владипор»

Прямыми покупателями продукции проекта являются инжиниринговые компании, которые производят установки по очистке воды для конечного пользователя. Сегодня в России работают около 150 российских и зарубежных компаний, предоставляющих инжиниринговые услуги по поставке мембранного оборудования в основном на импортных мембранах.

Участниками проекта, общий бюджет которого оценивается в 1,92 млрд руб., являются РОСНАНО, ЗАО НТЦ «Владипор» и внешний финансовый соинвестор. РОСНАНО внесет в уставный капитал компа-

нии 350 млн руб., а также предоставит проектной компании заем в размере 460 млн руб.

Проект реализуется в г. Владимире. Полное завершение строительства предприятия планируется в 2012 г.

Справка:

Наибольший спрос на мембранные модули демонстрируют предприятия энергетики, машиностроения, химической промышленности, электронники (в совокупности 20%), фармацевтики и медицины (24%), пищевой промышленности (20%). Совокупный объем рынка мембран в России в 2008 г. составил $225 млн, а к 2017 г. увеличится до $645 млн. Объем рынка мембранных модулей для ультрафильтрации, нанофильтрации и обратного осмоса достигнет более $238 млн в денежном выражении, а среднегодовые темпы роста с 2010 по 2017 гг. составят более 13%.

ЗАО НТЦ «Владипор» организовано в 1998 г. на базе научных подразделений и опытно-промышленного цеха ОАО «Полимерсинтез» (до 1992 г. НПО «Полимерсинтез»), занимающихся разработкой и изготовлением мембранной продукции более 35 лет. НПО «Полимерсинтез» был головной организацией в Межотраслевом научно-техническом комплексе (МНТК) «Мембраны» и координировал все научно-исследовательские работы в области полимерных мембран и мембранных процессов, проводимых в стране. Основным направлением деятельности ЗАО НТЦ «Владипор» является создание различных типов полимерных мембран и разделительных элементов на их основе.

РОСНАНО профинансирует производство функциональных наноструктурированных покрытий

В результате реализации проекта будет создана сеть инновационных производственных центров, предлагающих комплексные решения по нанесению широкого спектра многофункциональных наноструктурированных покрытий.

Участниками проекта являются РОСНАНО, ООО «Технологические системы защитных покрытий» (ООО «ТСЗП»), ГК «Росатом» и

УК «Объединенная двигателестроительная корпорация». Общий бюджет проекта оценивается в 4 млрд руб., из них инвестиции РОСНАНО составят 1 220 млн руб. Доля Корпорации в капитале проектной компании составит 49%.

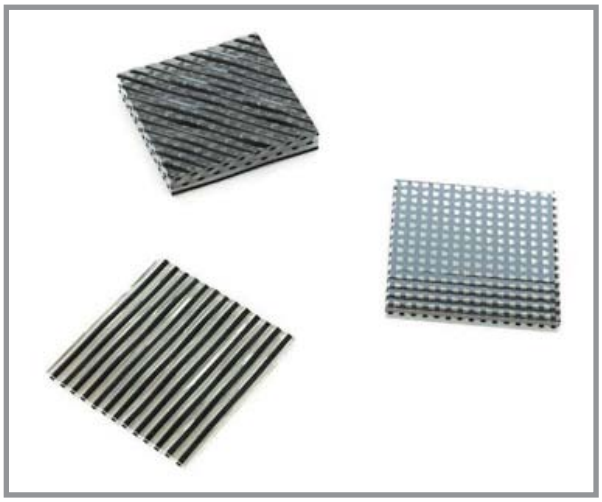
Главной задачей проекта является внедрение современных импортозамещающих и ресурсосберегающих технологий нанесения функциональных покрытий для различных отраслей промышленности. На сегодняшний день уровень проникновения таких технологий в России в 3–4 раза ниже, чем в развитых странах мира.

Специалисты проектной компании предложат потребителю готовые решения для нанесения многофункциональных наноструктурированных покрытий – термобарьерных, износостойких, коррозионностойких – для восстановления и продления сроков работы оборудования нефтегазовой, авиационной, атомной, машиностроительной, металлургической, строительной и других отраслей. В частности, покрытия предназначены для защиты от коррозии буровых платформ, мостов и металлоконструкций, защиты от износа запорной и насосно-компрессорной арматуры, бурового, нефтегазодобывающего и перерабатывающего оборудования, для придания специальных свойств изделиям.

Производственные центры нанесения покрытий будут располагаться в региональных центрах, таких как Тюмень, Сургут, Санкт-Петербург, Пермь, Уфа, Курск, в непосредственной близости от предприятий, являющихся потенциальными потребителями услуг, что позволит потребителям снизить затраты на логистику. Планируется, что такие центры будут полностью оборудованы для выполнения задач под конкретного заказчика.

Технологии проекта – высокоскоростное газотермическое напыление и высокоскоростное ионно-плазменное магнетронное распыление – являются на данный момент одними из наиболее востребованных и перспективных в мире. Новые технологии нанесения наноструктурированных покрытий заменят устаревшие и экологически вредные (в частности, гальванические технологии). Комбинация данных технологий позволяет получать совершенно новые свойства покрытий.

Одним из примеров применения защитных покрытий является увеличение ресурса узлов газотурбинных двигателей за счет нанесения различных функциональных нанопокрытий, что позволит увеличить КПД и мощность двигателей и решить ключевую проблему в разработке



Нанопокрытия

двигателей пятого поколения. Это даст возможность существенно улучшить технические характеристики российских самолетов.

В проекте планируется дальнейшее усовершенствование уже существующих технологий и разработка новых типов наноструктурированных покрытий, новых материалов для их нанесения. Проект ориентирован на внутрироссийский рынок.

«Данный проект является одним из важнейших в портфеле корпорации РОСНАНО. Внедрение предлагаемых технологий будет способствовать появлению во многих отраслях российской экономики высококонкурентных продуктов с новыми свойствами. И речь идет не только о газотурбинных или о забойных двигателях. Мы говорим и о мостовых конструкциях, на которые не нужно ежегодно наносить коррозионную защиту, и о новом поколении водной техники и судов, чьи корпуса будут стойкими к агрессивным морским и океанским средам, и еще о тысячах различных применений. Кроме того, использование технологии нанопокрытий способно продлить ресурс и повысить эффективность работы действующего оборудования многих промышленных технологий», – отметил управляющий директор РОСНАНО Александр Кондрашов.

Справка:

ООО «ТСЗП» является ведущей и крупнейшей частной компанией в России, разрабатывающей тематику защитных и функциональ-

ных покрытий, наносимых методами газотермического напыления и наплавки. Созданная в 1989 г. специалистами ЦНИИ технологии машиностроения, группа компаний ТЗСП имеет многолетний опыт работы и широкую сеть партнеров в России и за рубежом, что позволяет создавать металлические и металлокерамические покрытия для повышения износостойкости оборудования для различных отраслей промышленности. Компания является лидером рынка упрочнения, защиты, ремонта и восстановления деталей машин и владеет технологиями изготовления оборудования и нанесения защитных покрытий различными методами напыления. Используя технологии высокоскоростного, газопламенного, детонационного, плазменного напыления, плазменной наплавки, предприятие осуществляет полный контроль технологического процесса, начиная от разработки технологий и оборудования, соответствующих современным требованиям, до их комплексного внедрения на производстве и сопровождения. Так, специалисты компании защитили от коррозии металлоконструкции восстановленной скульптуры «Рабочий и колхозница», нанесли сероводородостойкие покрытия на абсорберы ОАО «Газпром» и износостойкие покрытия на детали дорожной техники. На данный момент доля группы компаний «ТСЗП» на российском рынке газотермических покрытий составляет около 50%.

Управляющая компания «Объединенная двигателестроительная корпорация» (100-процентая дочерняя компания ОАО «ОПК «ОБОРОНПРОМ») – одна из ведущих машиностроительных структур России как по творческому потенциалу, так и по располагаемым производственным мощностям.

РОСНАНО инвестирует в расширение производства отечественных установок для нанесения модифицирующих покрытий нанометровой толщины

Реализация проекта позволит вывести существующее отечественное мелкосерийное высокотехнологическое производство, основанное томскими учеными, на новый уровень по объему производства и расширить его присутствие как на российском, так и на зарубежных рынках.

Установки, производимые заявителем проекта – ЗАО «Лаборатория 23», относятся к технологиям, основанным на физических процессах осаждения нанометровых покрытий (технология PVD). Согласно прогнозам компании MarketResearch.com, к 2015 г. объем мирового рынка установок с использованием технологии PVD составит $12,8 млрд (в 2008 г. – $6,9 млрд). Такие установки находят широкое применение при создании светоотражающих поверхностей искусственных спутников, радиоотражающих поверхностей спутниковых антенн, просветляющих композиций солнечных батарей, позволяют наносить проводящие покрытия на поверхности диэлектрических материалов и так далее. Использование наноразмерных покрытий может иметь и большой социально-экономический эффект, например, благодаря сокращению потерь тепла как на промышленных предприятиях, так и в жилищном строительстве при использовании покрытий, нанесенных на стекло.

В рамках проекта будет расширено производство типовых установок, предполагается также их адаптация в соответствии с потребностями каждого конкретного клиента. Выпускаемые уже сегодня установки «Яшма», «Опал», «Рутил» позволяют наносить одно- и многослойные покрытия нанометровой толщины из различных материалов (проводящих, полупроводниковых и диэлектрических). Они применяются для нанесения теплоотражающих покрытий на поверхность космических летательных аппаратов, медицинских покрытий, осаждения низкоэмиссионных (теплосберегающих) покрытий на листовое стекло, осаждения модифицирующих покрытий на материалы и детали в интересах производства космической техники бортового назначения.

После расширения производства проектная компания сможет активно конкурировать в космической отрасли, оптической и медицинской промышленности, а также в области продаж установок для проведения исследований. Также достаточно перспективным направлением для развития является отрасль альтернативной энергетики, в особенности солнечной. Это связано с тем, что заявитель проекта уже имеет достаточный опыт в производстве просветляющих покрытий для применения в космической промышленности.

Согласно прогнозу, создание нового производственного комплекса позволит увеличить выручку до 450 млн руб. в 2015 г. Общий бюджет реализации проекта оценивается в 320 млн руб. В создаваемую проектную компанию Томский политехнический университет внесет патенты

и ноу-хау, а ЗАО «Лаборатория 23» и РОСНАНО – необходимые денежные средства.

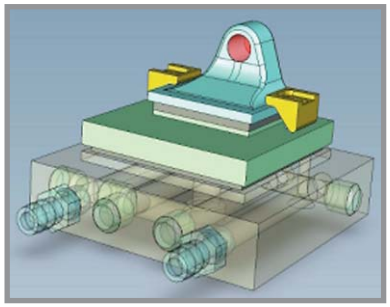
Справка:

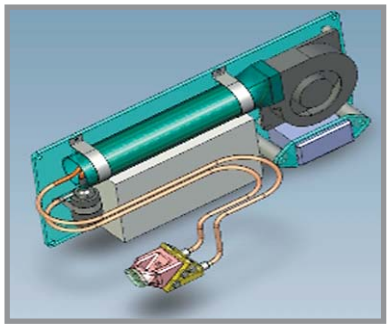
ЗАО «Лаборатория 23» создано в 1994 г. и существует на базе лаборатории № 23 НИИЯФ Томского политехнического университета, образованной в 1986 г. Компания занимается разработкой и производством установок для нанесения модифицирующих покрытий нанометровой толщины на материалы и изделия с помощью плазмы магнетронного разряда. С 1991 г. была разработано, произведено и продано более 30 установок, из которых 9 было поставлено на экспорт в Японию, Южную Корею, Чехию и СНГ.

Томский политехнический университет (ТПУ) – первый российский инженерный вуз за Уралом, созданный в 1896 г. для развития промышленности в Сибири. Университет входит в число крупнейших технических вузов России и представляет собой научно-образовательный комплекс с хорошо развитой инфраструктурой научных исследований. В его составе есть три научно-исследовательских института (ядерной физики, высоких напряжений, интроскопии), институт «Кибернетический центр», 9 научно-исследовательских центров и 68 научно-исследовательских лабораторий на факультетах, в том числе 13 международных. Университет располагает огромным кадровым потенциалом, сложившимися всемирно признанными научными школами, оказывающими заметное влияние на развитие российской науки.

РОСНАНО создаст производство термоэлектрических систем для охлаждения и генерации электричества нового поколения на основе прорывной российской технологии CERATOM

Продукцией проекта являются устройства охлаждения, термостатирования и генерации. В частности, речь идет о производстве систем охлаждения для твердотельных лазеров, систем термостатирования «cold plate» для диодных лазеров, термостатированных шкафов для телекоммуникационной аппаратуры, торгового охладительного оборудования, термоэлектрических электрогенераторах для индивидуального жилья.





Устройства охлаждения и термостатирования

Участниками проекта являются РОСНАНО и ООО «Термиона» – заявитель и основной исполнитель, который будет осуществлять запуск и операционное управление производством, а также заказ опытно-технологических работ и ОКР. В качестве стратегического партнера проекта выступит группа компаний «Концерн РИО», которая будет осуществлять операционное управление, а также займется реализацией и продвижением продукции проекта. В качестве финансового соинвестора проекта выступит иностранный банк.

Общий объем финансирования проекта составляет 1 702 млн руб. Объем инвестиций, представляемых РОСНАНО, – 600 млн руб.

Производство ТЭС будет осуществляться на арендуемых производственных площадях завода ОАО «Элма» в г. Зеленограде. Сборочное производство будет размещаться на предприятии «ЯК-44», входящем в группу компаний «Концерн РИО». Начало реализации проекта намечено на 2010 г., выход на полную мощность – в 2014 г.

До настоящего времени в производстве термоэлектрических модулей и ТЭС использовался ряд дорогостоящих, неэффективных и нефункциональных материалов. Выполняя достаточно утилитарную функцию, в частности, обеспечивая конструкционную прочность термоэлектрического модуля, эти материалы также оказывали и сильное негативное влияние на модули, конечную продукцию на их основе и на процесс производства, а именно:

- существенно увеличивали себестоимость;
- снижали КПД;
- не позволяли варьировать форму и размер модуля в широких пределах;
- сильно снижали эксплуатационные характеристики, надежность, тем самым ограничивая область применения систем/модулей.

Главное – эти материалы создавали серьезные технологические препятствия для автоматизации производства, поэтому на сегодняшний день большая часть керамических модулей в мире собирается вручную.

Термоэлектрические системы, произведенные по технологии CERATOM, лишены этих недостатков, так как в них эти материалы или отсутствуют или заменены на более дешевые и эффективные наноструктурированные композиты, сочетающие в себе недостижимые или «несочетаемые» в обычных материалах свойства и характеристики. Кроме этого, технология CERATOM предусматривает полную автоматизацию как производственного процесса получения наноструктурированных композитов, так и термоэлектрических систем и конечной потребительской продукции.

Эти конкурентные преимущества позволят занять заметную долю рынка в существующих сегментах применения термоэлектричества, а также выйти на принципиально новые рынки, где использование классических керамических модулей технологически невозможно.

Основным рынком, на который ориентирована продукция проекта, является рынок систем охлаждения и термостабилизации для различных типов лазеров (твердотельных и диодных). В системах охлаждения лазеров используются как традиционные способы охлаждения (воздушное, жидкостное), так и комбинированные на основе термоэлектрических модулей (далее ТЭМ). Комбинированные системы охлаждения являются наиболее эффективными с точки зрения отвода тепла с единицы площади и используются для охлаждения твердотельных и мощных диодных лазеров.

Термоэлектричество является одним из перспективных направлений в альтернативной энергетике, так как является одним из самых дешевых и надежных источников альтернативной энергии. Себестоимость генерации энергии в термоэлектрической системе CERATOM составляет 0,07 $/Вт, что сравнимо с себестоимостью генерации в тепловой и атомной энергетике и в разы дешевле других источников альтернативной энергии.

Использование термоэлектричества позволяет осуществлять активное охлаждение, термостатирование и генерацию электроэнергии в тех случаях, когда невозможно использовать традиционные методы (компрессионные холодильники, абсорбционные холодильники, утилизацию паразитного тепла в промышленности и быту). ТЭМ используются для охлаждения различной аппаратуры в транспорте, космических аппаратах, для охлаждения лазерной и телекоммуника-

ционной техники, электроники, для охлаждения в производственных процессах и быту. «Применение термоэлектрических систем в качестве генераторов, преобразующих паразитное тепло в электричество, сильно ограничено ввиду низкого КПД керамических термоэлектрических систем, высокой стоимости и конструкционных недостатков, связанных с использованием керамики в качестве теплопроводов. Реализация проекта позволит вывести на рынок термоэлектричества принципиально новый продукт, лишенный недостатков керамических термоэлектрических систем, что позволит существенно расширить потенциальные области применения термоэлектричества, – заявил управляющий директор РОСНАНО Дионис Гордин. – И проект и технология являются частью наметившегося мирового переворота в данной индустрии, основанного на уходе от стандартной классической конструкции ТЭМ, а также заимствовании и адаптации более эффективных технологий, методов и подходов из смежной сферы – микроэлектроники».

Продукция ориентирована на экспорт, рост доли экспорта в выручке: от 75% в 2010 г. до 88% в 2016 г. Среди основных потребителей – производители лазеров и лазерных диодов (Sahajanand Laser Technology, Profina Inc., Sensor Electronic Technology Inc., Laird Technologies, Laserlabs, Polaris), а также производители коммерческих и бытовых холодильных устройств (ООО «Сервиспласт», ОАО «ЮТК» и др.), строительные компании.

Справка:

Объем мирового рынка систем охлаждения твердотельных лазеров в 2008 г. составил $ 1,38 млрд, объем мирового рынка систем термостабилизации для диодных лазеров мощностью более 1 Вт – $ 360 млн. Планируемая доля рынка продукции проекта при выходе на проектную мощность в сегменте систем охлаждения для твердотельных лазеров составляет 5%, в сегменте систем охлаждения для диодных лазеров – 6,8%.

Сегмент рынка ТЭМ, используемых в системах охлаждения лазеров, является наибольшим сегментом рынка ТЭМ и в 2008 г. составил $ 220 млн (или ~7 млн шт.). В целом по итогам 2008 г. объем мирового рынка керамических термоэлектрических модулей оценивается

в размере $ 569,4 млн (или 38 млн шт.). Потенциал рынка оценивается специалистами в 6,2 млрд модулей. Только в России спрос мог бы составлять около 155 млн ТЭМ, если бы охлаждающие, термостабилизирующие, генераторные устройства, использующие ТЭМ, полностью заменили бы существующие устройства, не использующие эффект Пельтье, в таких отраслях промышленности и областях применения как автомобилестроение, лазерная техника, производство компьютеров, производство холодильного оборудования, систем кондиционирования, производство электрогенерирующих устройств. Несмотря на прогнозируемый спад рынка в 2009 г. до $456 млн, в дальнейшем прогнозируется рост рынка термоэлектричества с темпом CAGR 20%.

Рынок ТЭМ характеризуется низкой концентрацией, доля крупнейших игроков на мировом рынке ТЭМ составляет всего 11,6%. Основные производители керамических ТЭМ – Melcor (США), Ferrotec (Япония), Marlow (США), Tellurex (США), Fuxin (КНР). Наибольшим спросом (80% рынка) пользуются модули стандартных размером 40-х40 и 30х30 мм мощностью 40–70 Вт.

Российский рынок керамических ТЭМ в 2008 г. составил $ 3,5 млн (или 230 тыс. шт.). При этом объем производства ТЭМ российскими компаниями составил $18,2 млн (или 1,2 млн шт.), 89% произведенной продукции поставляется на экспорт. Основные производители: Криотерм (24%), СКБ Норд, РМТ, Остерм, НПО Кристалл, НПО РИФ, АДВ-Инжиниринг.

ООО «Термиона» – российская технологическая компания, автор и разработчик технологии CERATOM. ООО «Термиона» была создана в 2004 г. для организации производства термоэлектрических преобразователей по технологии CERATOM на основе разработок зеленоградских компаний «Торион-арсенал» и «ИПТ». В настоящее время компания занимается штучным и мелкосерийным производством термоэлектрических систем и конечных изделий на их основе. В 2008 г. группа компаний «Концерн РИО» инвестировала в проект 150 млн руб., выкупив долю в ООО «Термиона» в размере 51%. Средства были направлены на реализацию ряда ОКР.

Группа компаний «РИО» основана в 1988 г. и является частной компанией, работающей в сфере строительства, инвестиций, производства торгового и игрового оборудования.

Наблюдательный совет РОСНАНО одобрил финансирование проекта по созданию производства солнечных модулей на основе монокремния с двусторонней светочувствительностью

Реализация проекта позволит вывести на мировой рынок двусторонние солнечные модули с КПД выше односторонних на 10–70% (10% при варианте инсталляции без использования дополнительных конструкций; 70% при использовании отражательных конструкций и трекерных систем). Преобразование солнечного света в таких модулях возникает не только при попадании солнечных лучей на лицевую поверхность, но и при попадании их на тыльную сторону, когда возникает отражение солнечных лучей от естественных поверхностей или от специальных отражательных конструкций. В основе разработок лежит авторская технология, разработанная фирмой «Солнечный Ветер» совместно с Научно-производственной фирмой «Кварк», входящими в состав Группы компаний «КОНТИ».

Запуск основной производственной линии намечен на 2012 г. Выход на полную проектную мощность предполагается в 2015 г., при этом объем производства составит около 120 МВт в год, а годовая выручка проекта 11,4 млрд руб. Сумма инвестиций РОСНАНО в проект составит около 2,5 млрд руб.

Двусторонние фотомодули

Технологический процесс производства предусматривает формирование слоев толщиной порядка 20 – 80 нм, т. к. именно они делают тыльную сторону светочувствительной, а сам элемент прозрачным для инфракрасного излучения с длиной волны больше 1,1 мкм. При этом себестоимость производства таких модулей конкурентоспособна с односторонними. Проект предусматривает дальнейшую разработку технологии для полной реализации специфических преимуществ двухсторонних солнечных элементов и дальнейшего снижения себестоимости.

«Речь идет о создании первого в России промышленного производства двусторонних солнечных модулей. Его стоимость вполне конкурентоспособна по сравнению с производством односторонних модулей, – отметил управляющий директор РОСНАНО Константин Деметриу. – На сегодняшний день солнечные модули на основе кремниевых технологий наиболее востребованы благодаря оптимальному соотношению цены и эффективности, их доля на мировом рынке фотоэнергетики составляет около 80%. Проект позволит диверсифицировать портфель проектов Корпорации в области фотоэнергетики и обеспечит выход на рынок конкурентоспособного продукта по оригинальной российской технологии».

Справка:

Объем мирового рынка для продукции проекта в 2009 г. оценочно составит $19,9 млрд, а к 2013 г. прогнозируется рост до $30,4 млрд (среднегодовой темп роста составит 9%). Если рассматривать рост рынка в натуральном выражении, ежегодный рост установленной мощности солнечных модулей составит 29% и увеличится с 5,9 ГВт до 18,5 ГВт с 2009 по 2013 гг. соответственно.

Наибольшая доля потребления приходится на рынок Европы. Поэтому основным рынком сбыта продукции проекта станет европейский рынок солнечных парков: Италия, Испания, Греция, Чехия, Болгария, Германия и др. страны Европы. Уже сейчас НПФ «Кварк» имеет контракты на поставки, покрывающие большую часть планируемых производственных мощностей.

Группа компаний «КОНТИ» работает на рынке с 1992 г. и специализируется на строительстве жилья и инфраструктурных объектов. С 2008 г. одним из приоритетных направлений развития бизнеса ГК «КОНТИ» стала фотовольтаика. ГК «КОНТИ» приобрела 40-процентную долю в фирме «Солнечный ветер», 74-процентную долю предприятия НПФ «Кварк», предприятия «Кремнийтехпром», «Ситэк-Энерджи». Используя свои компетенции в строительстве и наработанные связи, ГК «КОНТИ» активно занимается строительством солнечных парков в Европе (Чехии, Германии, Греции, Израиле, Испании, Италии, Болгарии и др.).

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

А.Б. Чубайс,
председатель правления РОСНАНО

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

МЕРОПРИЯТИЯ

EVENTS

УДК 691

БАЛАШОВА Ирина Евгеньевна, координатор VI Научно-практической конференции «Нанотехнологии – производству 2009», Россия

BALASHOVA Irina Evgenievna, coordinator of VI Theoretical and practical conference «Nanotechnologies to the production 2009», Russian Federation

ОБОРУДОВАНИЕ И НАНОМАТЕРИАЛЫ, ПРОИЗВОДИМЫЕ В РОССИИ, СПОСОБНЫ ДАТЬ ЗНАЧИТЕЛЬНЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

EQUIPMENT AND NANOMATERIALS PRODUCED IN RUSSIA COULD BE OF CONSIDERABLE BENEFIT

VI Научно-практическая конференция «Нанотехнологии – производству 2009», проходившая с 1 по 3 декабря 2009 г. в наукограде Фрязино, собрала ведущих ученых и специалистов различных отраслей промышленности из России и стран СНГ, заинтересованных в практическом внедрении достижений нанотехнологий и создании производств конкурентоспособной продукции на их основе. Научный Интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве» осуществлял информационную поддержку конференции.

VI Theoretical and practical conference «Nanotechnologies to the production 2009» which took place on December, 1–3, 2009 in scientific city Fryazino, collected the leading scientists and specialists of different industries from

Russia and CIS countries, interested in practical implementation of achievements of nanotechnologies and creation of competitive production manufacturing on the basis of it.

Scientific Internet-journal «Nanotechnologies in construction» was informational support of the conference.

Ключевые слова: нанотехнологии, нанотрубки, наноиндустрия, наноструктурированные материалы, нанокомпозиты, нанопродукция, наноразмерные частицы.

Key-words: nanotechnologies, nanotubes, nanoindustry, nanostructured materials, nanocomposites, nanoproduction, nanosize particles.

Несмотря на кризис, конференция «Нанотехнологии – производству 2009» собрала более полутора сотен представителей из 40 городов России и стран СНГ. В мероприятии приняли участие учёные из 5 институтов Российской академии наук, 15 отраслевых научно-исследовательских институтов, 19 высших учебных заведений, специалисты 47 промышленных предприятий.

Приветственные письма в адрес конференции прислали Председатель Совета Федерации Федерального собрания РФ С.М. Миронов, Президент торгово-промышленной палаты РФ Е.М. Примаков и почетный Президент нанотехнологического общества России, академик РАН Ю.Д. Третьяков.

Приветствуя собравшихся, глава администрации г. Фрязино В.В. Ухалкин отметил, что конференция «Нанотехнологии – производству 2009» уже шестой год успешно достигает своей главной цели – способствует деловому сотрудничеству ученых, промышленников и инвесторов, направленному на получение принципиально новых видов продукции, улучшение качества жизни людей путем практического использования нанотехнологий. Глава администрации рассказал

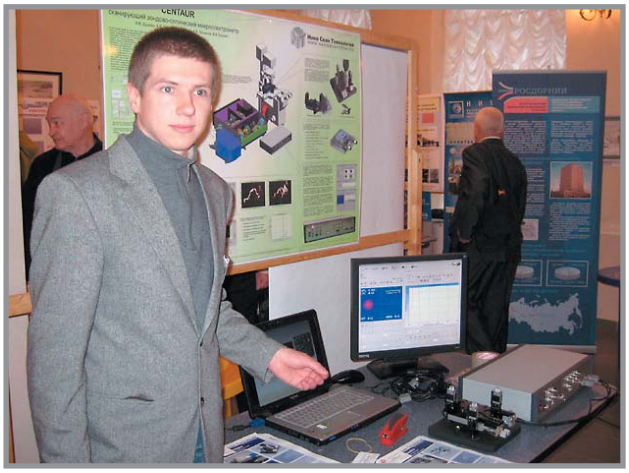
и о важных научных достижениях предприятий города в сфере нанотехнологий.

Темой выступления заместителя министра промышленности и науки Московской области Н.Н. Киселева было состояние развития нанотехнологий в Московской области. Он обратил особое внимание присутствовавших на то, что в подмосковных НИИ делаются открытия, создаются труды в области нанотехнологий, однако, как только речь заходит о коммерциализации разработанных проектов, трудности идут одна за другой. «Наша сегодняшняя задача – всесторонняя поддержка научных исследований по нанотехнологиям и воплощение их в реальный товарный продукт. Конференция призвана придать дополнительный импульс коммерциализации представленных на ней разработок», – заявил он.

Обращаясь к участникам конференции, генеральный директор ФГУП НПП «Исток» А.Н. Королев отметил важность использования достижений нанотехнологий в электронике и рассказал, что делается в этом направлении на руководимом им предприятии.

Президент Всероссийской организации качества, председатель Комитета ТПП РФ по качеству продукции Г.П. Воронин особое внимание уделил важнейшему для развития российской наноиндустрии вопросу просвещения руководителей и специалистов промышленных предприятий в сфере прикладных нанотехнологий, а также вопросам использования этих технологий для поднятия конкурентоспособности производимой продукции.

В первый день конференции утреннюю сессию открыл доклад «Наноиндустрия – трудный путь к успеху» президента Национальной ассоциации наноиндустрии М.А. Ананяна, который основное внимание уделил современному состоянию и проблемам развития отечественной наноиндустрии. Главная проблема на сегодня, по его мнению, заключается в отсутствии в стране промышленного рынка нанотехнологий и нанопродукции. Причину этого он видит в неготовности руководителей и специалистов (конструкторов, технологов, инженеров) на предприятиях к использованию новых технологических решений, которые дают нано-



технологии. В качестве примера докладчик представил оборудование и наноматериалы, уже производимые в России, которые, будучи использованы в различных отраслях промышленности, способны дать заметный экономический эффект, в том числе за счет повышения конкурентоспособности продукции отраслевых предприятий. Среди них он отметил:

- реактор синтеза углеродных нанотрубок, осуществляющий их производство в промышленном масштабе (г. Томск);
- составы на основе наноразмерных гидроксидов алюминия, предназначенные для уменьшения до нормы загрязненности стоков промышленных предприятий и животноводческих комплексов, снижения коррозии металлических деталей в 2–8 раз, износа втулочно-роликовых цепей в 2 раза, значительного улучшения характеристик керамики (введение их в корундовую плотную и пористую керамику и карборундовые огнеупоры снижает температуру синтеза на 300°С, температуру обжига на 100–150°С, повышает прочность в 2–3 раза; в составе никелевой фольги повышают износостойкость и прочность материала до 40%) (г. Москва);
- субмикро- и наноразмерные полититанаты калия, с помощью которых можно производить конкурентоспособные: керамические фильтры для щелочных расплавов и растворов, высокопрочную керамику, металло-матричные композиты на основе алюминиевых и титановых сплавов, а также теплоизоляционные и огнеупорные материалы (г. Саратов);
- наноструктурированные материалы для создания сильноточных электрических разрывных контактов, повышающие износостойкость контактов в 1,5–2 раза при снижении коэффициента залипа-

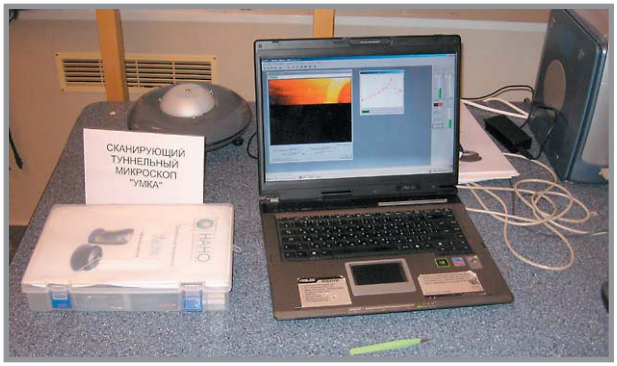
ния до 7 раз. Эти материалы, открывающие новые возможности для конструирования контактов для всех видов электрического транспорта, могут быть также использованы на предприятиях энергомашиностроения, электротехнической и кабельной промышленности. Они уже востребованы на международном рынке (г. Чебоксары);

- нанодисперсные противоизносные составы «Стрибойл», продлевающие срок службы эксплуатируемой техники и дающие заметный экономический эффект. В частности, в ходе испытаний на локомотивных двигателях с их помощью в течение года получена экономия порядка 500 тыс. руб. на один дизель (г. Москва);
- коллоидный раствор наноразмерных частиц серебра «AgБион-2», получивший среди первых наноматериалов свидетельство Роспотребнадзора о государственной регистрации, как дезинфектант. Потребность в таких растворах со стороны потенциальных заказчиков (лакокрасочные заводы, лечебные и лечебно-профилактические учреждния, метрополитен, ожоговые центры, производители санитарно-гигиенических средств и т. д.) превышает возможности имеющегося опытного производства в десятки раз (г. Москва).

Как отметил докладчик, массовое внедрение этих результатов в отечественные отрасли промышленности и социальную сферу тормозится по причинам, перечисленным в его докладе.

Тематика конференции включала доклады, посвященные использованию нанотехнологий и наноматериалов в электронике, машиностроении, медицине, строительных материалах и конструкциях. Отдельная сессия докладов была посвящена отечественному нанотехнологическому оборудованию.

Всего на конференции было представлено около 70 докладов по различным направлениям прикладных нанотехнологий.



В рамках конференции прошли два дискуссионных круглых стола «Опыт промышленного внедрения нанотехнологий» и «Нанокомпозиты в машиностроении». В центре дискуссий был вопрос о практическом внедрении нанотехнологических разработок на предприятиях реальных секторов экономики.

Семнадцать организаций представили на выставке образцы наноматериалов, имеющих различные сферы применения, и специализированное отечественное оборудование, производимое концерном «Наноиндустрия» (сканирующий туннельный микроскоп «Умка», установка для заточки зондов туннельных микроскопов, спектроэллипсометр «Эльф»), а также компаниями «НаноСканТехнология» (СТМ «Centrus», сканирующий зондово-оптический микроспектрометр «Centaur» и крио-ультрамикротом + СЗМ), AIST-NT (сканирующий зондовый микроскоп AIST SmartSPMTM) и ЭкоТайм.

Участники конференции выразили благодарность администрации наукограда «Фрязино», ФГУП «НПП Исток», руководству ДК «Факел», пансионата «Сосновый бор» за гостеприимство и помощь в решении организационных вопросов.

Особую благодарность и признательность участники конференции выразили генеральному спонсору ОАО «РЖД», информационному генеральному спонсору журналу CNews, а также юридической компании «Алпс энд Чейс». Организаторы конференции благодарны также всем информационным партнёрам.

VI Научно-практическая конференция «Нанотехнологии – производству 2009» убедительно продемонстрировала актуальность и пользу встреч разработчиков сферы нанотехнологий с промышленными специалистами.

При подготовке материала была использована информация, предоставленная руководителем редакционного отдела Интернет-портала http://nano-portal.ru/ М. Лазаренко.

Более подробная информация о конференции представлена на сайте http://www.nanotech.ru/fr-2009.

Редакция электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» приглашает участников VI Научно-практической конференции «Нанотехнологии – производству 2009» и всех специалистов к публикации информации о своих достижениях.

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

МАССАЛИМОВ Исмаил Александрович, д-р техн. наук, ГУ «Научно-исследовательский технологический институт гербицидов Академии наук Республики Башкортостан (ГУ «НИТИГ АН РБ»), Россия
ВОЛГУШЕВ Алексей Николаевич, канд. техн. наук, Научно-исследовательский институт железобетона (НИИЖБ), Россия
ЧУЙКИН Александр Евгеньевич, канд. техн. наук, Уфимский государственный нефтяной технический университет (ГОУ ВПО УГНТУ), Россия
ХУСАИНОВ Азат Наильевич, аспирант, ГУ «Научно-исследовательский технологический институт гербицидов Академии наук Республики Башкортостан (ГУ «НИТИГ АН РБ»), Россия
МУСТАФИН Ахат Газизьянович, д-р хим. наук, Башкирский государственный университет (ГОУ ВПО БашГУ), Россия

MASSALIMOV Ismail Alexandrovich, Doctor of Engineering, SI «Scientific research technological institute of herbicides of the Academy of sciences of the Republic of Bashkortostan» (SI «SRTIH AS RB»), Russian Federation
VOLGUSHEV Alexey Nikolaevich, Ph.D. in Engineering, Scientific research institute of reinforced concrete (SRIRC), Russian Federation
CHUIKIN Alexander Evgenievich, Ph.D. in Engineering, Ufa State Petroleum Technological University (SEI HPE USPTU), Russian Federation
KHUSAINOV Azat Nailievich, post-graduate student, SI «Scientific research technological institute of herbicides of the Academy of sciences of the Republic of Bashkortostan» (SI «SRTIH AS RB»), Russian Federation
MUSTAFIN Azat Gazizianovich, Doctor of Chemistry, Bashkir State University (SEI HPE BashSU), Russian Federation

ДОЛГОВРЕМЕННАЯ ЗАЩИТА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПОКРЫТИЯМИ НА ОСНОВЕ НАНОРАЗМЕРНОЙ СЕРЫ

BUILDING MATERIAL PROTECTION OF LONG DURATION BY THE COATINGS ON BASIS OF NANOSIZED SULFUR

Приводятся данные об исследованиях эффективности гидрофобизации пористых строительных материалов (цементные бетоны, силикатный кирпич, автоклавный газобетон) новым видом пропиточной композиции «АКВАСТАТ», которая представляет собой водный серосодержащий раствор, стабилизированный специальными добавками. Высокая проникающая способность композиции и размер молекулы пропитывающего состава (менее 0,5 нм) обеспечивают при пропитке заполнение пор радиусом от 1 до 10^4 нм. Пропитка материалов осуществляется погружением изделий в «АКВАСТАТ» на 0,5–6 часов или многократной поверхностной обработкой кистью. Глубина проникновения состава в структуру материала составляет 15–40 мм. В результате пропитки на поверхности пор образуется гидрофобное покрытие, состоящее из наноразмерных частиц серы и обладающее высокой адгезией к любым неорганическим поверхностям. Состав не вымывается водой, обладает бактерицидными свойствами.

The article deals with the data on researches of efficiency of porous building materials hydrophobization (cement concretes, lime-sand brick, autoclave foamed concrete) by the new type of soaking composition «AKVASTAT», that is water sulfur-containing solution stabilized by special additives. Composition's high penetrating characteristic and the size of soaking mixture molecule (less then 0,5 nm) under the soaking provide the filling of the pores which radius is from 1 to 10^4 nm. The soaking of materials is realized by submerging of the products in «AKVASTAT» for 0,5–6 hours or by the brush repeated surface application. The depth of mixture penetration into the structure is 15–40 mm. As the result of the soaking, hydrophobic coating appears on the surface of the pores. This coating consists of nanosized sulfur particles and has high adhesion to any inorganic surfaces. Mixture isn't washed off by the water, it has bactericidal characteristics.

Ключевые слова: гидрофобизация, композиция «АКВАСТАТ», водный серосодержащий раствор, водопоглощение, пропитка, наноразмерные частицы, состав.

Key-words: hydrophobization, composition «AKVASTAT», water sulfur-containing solution, water absorption, soaking, nanosized particles, mixture.

В настоящее временя существует огромное количество различного рода защитных покрытий для строительных материалов, однако большинство из них сохраняют свои защитные свойства в течение достаточно короткого времени. Всем хорошо известна необходимость повторного окрашивания наружных поверхностей зданий вследствие разрушения слоя краски. Короткий срок службы подавляющего большинства окрашивающих материалов обусловлен тем, что в условиях атмосферных воздействий (дождь, снег, град, солнечная радиация, знакопеременные температуры) они быстро разрушаются [1]. В связи с этим проблема создания специализированных пропиточных составов, позволяющих поддерживать высокий уровень защитных свойств строительных материалов в течение длительного времени, является очень актуальной. Примером применения подобных составов является мономер (стирол, акриламид и др.), которым пропитывается обычный бетон, далее мономер полимеризуется в порах бетона, в результате чего суще-

ственно повышается прочность, водонепроницаемость, морозостойкость пропитанного бетона [2]. Недостатком этого метода является трудность проведения процесса пропитки, токсичность мономеров, а также достаточно высокая стоимость, ограничивающая его широкое применение.

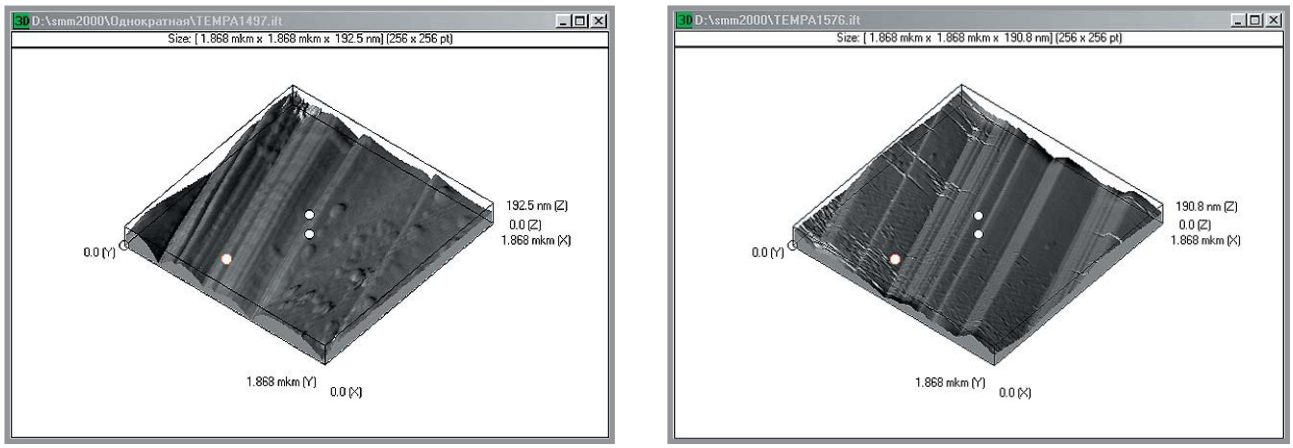
Другим способом улучшения свойств строительных материалов является пропитка их расплавом серы. Изделие погружают в расплав, выдерживают определенное время и вынимают, в результате чего происходит (как и у полимербетонов) существенное повышение эксплуатационных характеристик [3, 4]. Факторами, ограничивающими широкое применение этого метода, являются сложность осуществления процесса пропитки при достаточно высоких (свыше 120°С) температурах, необходимость применения вакуумирования.

Наряду с двумя перечисленными способами долговременной защиты строительных материалов, в недавнем прошлом появились составы «Пенетрон», «Ксайпекс» и др. Суть применения этих составов заключается в следующем: при нанесении на бетон составы вступают в реакцию с материалом бетона, в результате чего в его порах образуются кристаллы. По прошествии определенного времени (несколько месяцев) часть порового пространства заполняется кристаллами. Это существенно увеличивает прочность и водоотталкивающие свойства бетона. Широкое распространение материалов этого направления ограничивается их относительно высокой стоимостью. Необходимо также указать, что эти материалы («Пенетрон», «Ксайпекс» и др.) предназначены лишь для одного типа строительных материалов – бетона.

В качестве средства долговременной защиты строительных материалов предлагается метод обработки пористых поверхностей строительных материалов серосодержащими составами [5]. Разработанные пропиточные составы на основе серы и технология обработки обеспечивают защиту строительных материалов от атмосферных воздействий и агрессивных сред в течение длительного времени, при этом метод представляет собой простой способ обработки элементов конструкций и изделий, – как и большинство лакокрасочных материалов состав наносится кистью, наливом, распылением, окунанием при любых положительных температурах.

Принципиальная новизна предлагаемого решения заключается в том, что гидрофобизация осуществляется с применением материала неорганической природы – серы. Наличие серы в порах строительных

материалов придает им водоотталкивающие свойства на длительное время, в отличие от органических лакокрасочных материалов. Оригинальность подхода заключается 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. Измерениями [6] на сканирующем мультимикроскопе СММ-2000Т (производства ОАО «Завод ПРОТОН-МИЭТ», Москва, Зеленоград) установлено, что в результате обработки «АКВАСТАТ» на поверхности пор и капиллярных трактов материалов образуется покрытие из наночастиц серы (поперечный размер наночастиц серы от 20 до 150 нм, высота от 2 до 10 нм, см. рис. 1), которое препятствует проникновению воды.



а *б*

Рис. 1. **Изображения сколов:**
а – на образце, обработанном «АКВАСТАТ»;
б – на образце, необработанном «АКВАСТАТ»

Для иллюстрации возможностей предлагаемого метода защиты строительных материалов предлагаются следующие экспериментальные данные, полученные для разных материалов, испытанных в различных условиях. Так как «АКВАСТАТ» предполагается использовать в основном для защиты строительных материалов, эксплуатируемых в условиях постоянного воздействия влаги, проведено исследование влияния пропитки этим составом на физико-механические харак-

теристики вибропрессованной бетонной плиты мощения размерами 203×102×60 мм³. Плита была обработана путем погружения ее на 4 часа в ванну с раствором «АКВАСТАТ», глубина пропитки при этом составила 25 мм. Для оценки коэффициента водопоглощения образцы плит погружали в воду на 2 часа. Из данных, приведенных в таблице 1, видно существенное уменьшение водопоглощения и возрастание всех важных эксплуатационных характеристик – морозостойкости, прочности, истираемости, ударной стойкости.

Данные по одно-, двух- и трехкратной пропитке составом «АКВАСТАТ» (при t = 20°С) образцов-кубов с ребром 2 см виброформованного цементного камня и цементно-песчаного раствора (состава 1:3), твердевших в нормально-влажных условиях в течение 28 сут, приведены на рис. 2. Они свидетельствуют о существенном увеличении прочности в результате пропитки. Причем максимальное изменение прочности наблюдается после первой пропитки, в дальнейшем прочность возрастает незначительно. В то же время существенные изменения водопогло-

Таблица 1

Физико-механические показатели вибропрессованной бетонной плиты мощения, обработанной путем погружения на 4 часа в раствор «АКВАСТАТ»

Физико-механические показатели вибропрессованной плитки	Плиты	
	контрольные	пропитанные раствором серы
Прочность на сжатие, МПа	33,5	45,8
Упрочнение, %	–	37
Водопоглощение, % по массе	11,2	2,8
Снижение водопоглощения, %	–	75
Морозостойкость, число циклов	500	1140 и более
Повышение морозостойкости, раз	–	2,28
Истираемость, г/см²	0,6	0,4
Снижение истираемости, раз	–	1,5
Количество ударов до разрушения	141	410
Увеличение ударной стойкости, раз	–	2,9

щения образцов наблюдаются как в результате первой пропитки, так и в последующих. Полученные данные свидетельствуют о возможности регулирования уровня защиты материалов варьированием кратности обработки.

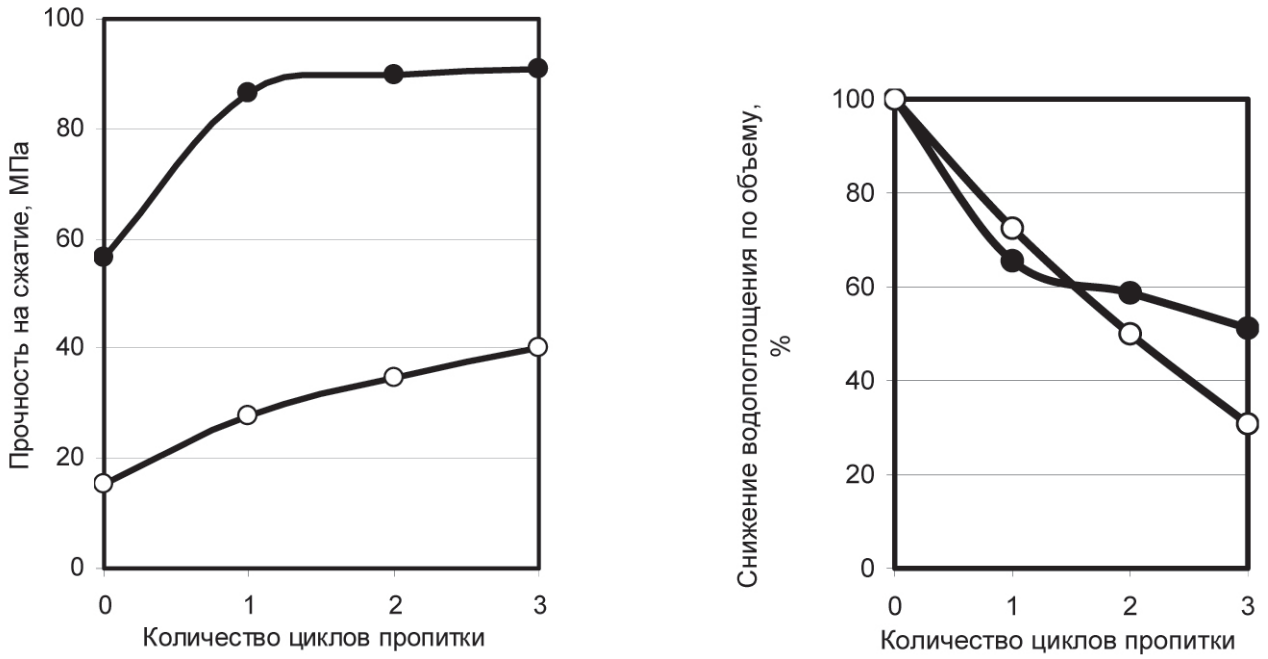


Рис. 2. **Сравнительные показатели образцов (кубы 2x2x2 см) виброформованного цементного камня и цементно-песчаного раствора, пропитанного составом «АКВАСТАТ» за 1–3 цикла по 2 ч.:**

● – образцы виброформованного цементного камня с водоцементным отношением ω = 0,25;

○ – образцы цементно-песчаного раствора, ω = 0,50

В условиях циклического воздействия дождя важным показателем является накопление влаги в объеме материала. С этой целью были проведены испытания по кинетике водопоглощения непропитанных и пропитанных раствором «АКВАСТАТ» образцов тяжелого бетона, стеновых облицовочных полнотелых вибропрессованных бетонных блоков (190x90x390 мм), автоклавного газобетона, силикатного кирпича. На первом этапе водопоглощение измерялось для предварительно высушенных (исходных) образцов, затем эти же образцы пропитывались составом «АКВАСТАТ» в течение 4 часов при комнатной температуре. Образцы высушивались в течение трех суток, подвергались фронталь-

ному воздействию водой в течение 2 часов, затем измерялось их водопоглощение (см. таблицу 2).

Данные, приведенные в таблице 2, указывают на эффективность использования предложенного метода защиты строительных материалов при эксплуатации их в условиях дождевания. Следует также отметить и универсальность предложенного метода, так он дает хорошие результаты для вибропрессованного и тяжелого бетона, а также для легкого газобетона и силикатного кирпича.

Таблица 2

Сравнительные показатели исходных и пропитанных «АКВАСТАТ» образцов тяжелого и вибропрессованного бетона, автоклавного газобетона, силикатного кирпича, подвергнутых фронтальному воздействию воды в течение 2 ч

Материал	Водопоглощение	
	исходное	после пропитки
Тяжелый бетон класса В35, по прочности на сжатие и средней плотности 2350 кг/м^3	0,62	0,18
Бетон вибропрессованный, класса В35, по прочности на сжатие и средней плотности 2450 кг/м^3	0,34	0,11
Автоклавный газобетон класса В1,5, (марка М25), по прочности на сжатие и средней плотности 600 кг/м^3	1,78	0,18
Силикатный кирпич марки 150, по прочности на сжатие и средней плотности 1830 кг/м^3	1,63	0,32

Известно, что эффективность применения пропиточных составов глубокого проникновения существенно зависит от проникающей способности. Глубина проникновения пропитки во многом определяет степень защиты материалов от внешних (атмосферных и химических) воздействий. В связи с этим были проведены исследования глубины проникновения состава «АКВАСТАТ» при многократном нанесении его на бетонные образцы.

В таблице 3 приведены зависимости изменения веса образцов и глубины проникновения раствора в структуру цементного бетона от числа покрытий наносимых кистью. Глубина пропитывания определялась раскалыванием образцов. Из таблицы 3 очевидна высокая проникающая способность состава «АКВАСТАТ» – уже 6-кратное нанесение приводит к проникновению раствора на глубину более 10 мм. Исследованиями установлена также высокая проникающая способность состава «АКВАСТАТ» при обработке бетонных изделий путем их погружения.

Таблица 3

Результаты нанесения серосодержащего раствора кистью на 6 граней кубических образцов размерами 10x10x10 см

Вес образца, г	Число покрытий, раз	Изменение веса, г	Изменение веса, %	Глубина пропитки, мм
2228	–	–	–	–
2299	2	11	0,5	6,5
2305	4	17	0,76	9,8
2308	6	20	0,9	11,5
2310	8	22	1	12,7
2314	10	26	1,1	15,0

Обнаружено, что оптимальной длительностью пропитывания, с точки зрения глубины проникновения раствора в структуру тяжелого бетона, а также условий технологичности процесса, является продолжительность 4–5 ч. На основании проведенных исследований разработаны и рекомендованы для производственного использования режимы пропитки стеновых, дорожных и кровельных изделий предложенным пропиточным составом путем их полного погружения в ванну. Испытания показали, что расход пропиточного раствора в количестве 2–2,5 кг/м^2 достаточен для надежной и длительной защиты строительных изделий и конструкций от влияния атмосферных и химических факторов.

Предложенные пропиточные растворы могут быть использованы не только для обработки относительно небольших изделий методом погружения в ванну, но и для обработки кистью или пульверизато-

ром больших конструкций и элементов зданий (фундаменты, цоколи, полы и стены подвальных помещений и др.). Они могут применяться и для обработки поверхностей тоннелей, водостоков, свай и др., то есть поверхностей, часто соприкасающихся с водой или влагой. Их можно использовать в качестве самостоятельного защитного материала, в качестве грунтовки под краски на органических растворителях или под битумные покрытия крыш. Предложенные растворы можно наносить на неорганические составы, такие как побелка или силикатная краска, а также как и обычные лакокрасочные покрытия в условиях строительной площадки.

Достоинством применения водного раствора серы является то, что глубину и степень пропитки можно регулировать, меняя длительность, кратность пропитки и плотность раствора. Пропитка водным раствором серы цементных структур не вызывает дополнительных внутриструктурных напряжений, приводящих к деструкции материала, так как в этом случае имеет место неполная кольматация порового пространства закристаллизованной серой. После обработки водным раствором серы в цементном камне всегда сохраняется резерв пористости, обеспечивающий паропроницаемость материала.

Предложенный метод защиты строительных материалов был применен на практике в ГУП «Башкиравтодор» для защиты бетонных элементов дорог. На рис. 3 представлен общий вид цеха по изготовлению различных изделий и их пропитке раствором «АКВАСТАТ». В цехе проводилась пропитка лотков (рис. 4), водопропускных колец (рис. 5), колец колодцев (рис. 6), водопропускных труб (рис. 7) и железобетонных арок (рис. 8). Изделия устанавливали на специальную платформу, поднимали краном, погружали в специально приготовленную для этих целей ванну и выдерживали в ней в течение 4 ч. Затем изделия вынимали и сушили в естественных условиях в течение недели, например, во

Рис. 3. **Изображение цеха по изготовлению и пропитке строительных изделий ГУП «Башкиравтодор»**

Рис. 4. **Железобетонные лотки**

Рис. 5. **Железобетонные водопропускные кольца**

Рис. 6. **Железобетонные кольца колодцев**

Рис. 7. **Железобетонные водопропускные трубы**

Рис. 8. **Железобетонная арка**

Рис. 9. **Автодорожный мост**

дворе цеха, как это изображено на рис. 3. Пропитанные вышеуказанным способом водопропускные трубы и другие изделия впервые были использованы в 2003 г. на дорогах Республики Башкортостан. Мониторинг мест применения пропиточного раствора «АКВАСТАТ» показал, что в течение 7 лет эксплуатации ни одна труба не пришла в негодность. Результаты исследований указывают на эффективность применения состава для защиты бетонных изделий, эксплуатируемых в сложных климатических условиях.

В качестве еще одного примера применения пропитки «АКВАСТАТ» можно привести его использование ГУП «Башкиравтодор» для обработки дорожных элементов моста «Каменная переправа» через реку Белая (см. рис. 9), построенного в 2008 г. в г. Уфе.

Выводы:

1. Обработка пропиточным раствором «АКВАСТАТ» приводит к увеличению морозостойкости и улучшению механических характеристик за счет образования в порах строительных материалов наноразмерного покрытия из частиц серы, обладающего высокой адгезией и химической стойкостью к воздействию воды и химических агентов.

2. Предложенный метод доступен для широкого применения. Обработку строительных материалов можно проводить различными способами: погружением, кистью или пульверизатором при комнатной температуре. Степень защиты можно регулировать, меняя продолжительность и кратность обработки.

3. Пропиточный раствор «АКВАСТАТ» обладает высокой проникающей способностью. Он проникает в мельчайшие поры и за счет этого и неорганической природы покрытия является эффективным и универсальным способом долговременной защиты.

4. Пропиточный раствор «АКВАСТАТ» и гидрофобизирующие композиции на его основе универсальны, надежно снижают водопоглощение не только бетона, но и других материалов – кирпича и газобетона. В связи с этим они весьма перспективны для защиты наружных поверхностей ограждающих конструкций зданий, дорожных бетонных и асбестоцементных изделий. Они могут использоваться для поддержания эксплуатационной надежности наружных стен старых зданий из силикатного и керамического кирпича, керамзитобетонных стеновых панелей.

5. Предложенный метод может быть использован для защиты строительных материалов в ситуациях, когда изделия эксплуатируются в условиях статического воздействия воды. Для дорожного хозяйства – это водопропускные трубы, лотки, тоннели, мосты, бордюры, стоки; для промышленного и гражданского строительства – это фундаменты, подвалы, цоколи, крыши; для жилищно-коммунального хозяйства – это колодцы, теплотрассы и др.

Резюмируя вышеизложенное, можно сказать, что использование «АКВАСТАТ» позволяет:

- существенно повысить долговечность строительных материалов и изделий и эксплуатационный срок возводимых и существующих зданий и сооружений;
- снизить затраты на эксплуатацию и ремонт зданий;
- создать комфортные условия эксплуатации помещений;
- сохранить исходный внешний вид и уменьшить степень загрязнения наружных поверхностей зданий и сооружений;
- предохранить помещение от образования плесени и грибков.

Таким образом, разработанный метод гидрофобизации универсален и эффективен в качестве способа защиты бетонных, кирпичных и др. конструкций, подверженных атмосферным воздействиям: влаги, знакопеременным температурам, солнечной радиации, биохимической деструкции.

Библиографический список:

1. *Миткин Б.А., Титов А.И.* Справочное пособие по отделочным материалам. – Минск: Вышейшая школа, 1977, с.7–25, с.109–121, с. 232–257.
2. *Рамачандран В., Фельдман Р., Бодуэн Дж.* Наука о бетоне. – Москва: Стройиздат, 1986, 278 с.
3. *Патуроев В.В., Волгушев А.Н.* Основные характеристики бетонов, пропитанных серой. – Москва: ЦИНИС Госстрой СССР. – 1976. – 15 с.
4. *Цилосани З.Н., Татишвили Т.Н., Мачавариани Р.Н.* и др. Железобетонные изделия, пропитанные в расплаве серы, для сельскохозяйственных объектов // Бетон и железобетон. 1983. №8. С. 25–26.
5. *Массалимов И.А., Бабков В.В., Мустафин А.Г.* Состав для обработки строительных материалов и способ их обработки. Заявка №2009135548 от 23.09.2009 г.
6. *Массалимов И.А., Корнилов В.М., Хусаинов А.Н.* и др. Защита строительных материалов наноразмерными серосодержащими покрытиями. Тезисы докладов конференции «Нанотехнологии производству –2008», Фрязино. С. 221–222.

Уважаемые коллеги!

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

Массалимов И.А., Волгушев А.Н., Чуйкин А.Е. и др. Долговременная защита строительных материалов покрытиями на основе наноразмерной серы // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2010, Том 2, № 1. С. 45–57. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_1_2010.pdf (дата обращения: __ _____ _____).

Dear colleagues!

The reference to this paper has the following citation format:

Massalimov I.A., Volgushev A.N., Chuikin A.E. et al. Building material protection of long duration by the coatings on basis of nanosized sulfur. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2010, Vol. 2, no. 1, pp. 45–57. Available at: http://www.nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_1_2010.pdf (Accessed __ _____ _____). (In Russian).

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

МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

Ноябрь
2010 года

Москва, ВВЦ

Энергетика будущего.
Малая и нетрадиционная энергетика.
Энергоэффективность.

на правах рекламы

www.energetika-expo.ru

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

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ «НАНОМАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ПОДЗЕМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ»

XI МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА»

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

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

11TH INTERNATIONAL CONFERENCE «SOLID-STATE PHYSICS»

(UST-KAMENOGORSK, JUNE 9–12, 2010)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Контактная информация:

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

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

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

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

Contacts:

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

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

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

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

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

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

Nanobuild.ru
научный интернет-журнал

Акция! Один номер бесплатно

Самоорганизующиеся структуры и наносборки

Наноэлектроника

Устройства и изделия на основе наноматериалов и нанотехнологий

Исследования наноуглерода

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

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

www.nanorf.ru

Российские нанотехнологии - ведущий* научный журнал

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

на правах рекламы

ИССЛЕДОВАНИЯ, РАЗРАБОТКИ, ПАТЕНТЫ

RESEARCHES, DEVELOPMENTS, PATENTS

УДК 69

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

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

НАНОБЕТОНЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

NANOCONCRETES IN CONSTRUCTION

Дан анализ патентной информации по нанотехнологиям. Изобретения промышленно применяемы и могут быть использованы в гражданском и промышленном строительстве, а также при возведении сооружений специального назначения.

The analysis of the patent information on nanotechnologies is given. Inventions are industrially applied and can be used in civil and industrial construction, and also at erection of constructions of special purpose.

Ключевые слова: патент, изобретение, нанобетон, нанотехнология, нанодобавка, нанопримесь, нанообъекты, наноструктурированные материалы, строительные композиционные материалы.

Key-words: patent, invention, nanoconcrete, nanotechnology, nanoadditive, nanoimpurities, nanoobjects, nanostructured materials, building composite materials.

Для строительства специальных сооружений представляют интерес нанобетоны с уникальными характеристиками. Для увеличения плотности бетонов в их структуру могут быть введены наночастицы, а вяжущее будет усовершенствовано на квазиатомном уровне, что придаст бетону новые, совершенно уникальные свойства.

При введении сравнительно небольшого количества нанотрубок (в качестве нанофибр) с прочностью на разрыв, превышающей прочность стали в 100 раз, улучшаются механические характеристики нанобетона, в частности, прочность на сжатие – до 500 Н/мм^2. Получается бетон прочнее обычной стали.

Конструкции из нанобетонов имеют значительно меньшую площадь поперечного сечения, больший пролет и весьма значительную долговечность за счёт высокой плотности бетона, которая препятствует распространению коррозии, как самого бетона, так и стальной арматуры при воздействии кислот, щелочей и их производных, в том числе при циклическом замораживании и оттаивании.

В нанобетонах в качестве армирующего материала широко применяются промышленные отходы измельчённой базальтовой фибры (ГОСТ 4640), модифицированной едким натром в количестве 0,05–0,1%, водой в количестве 0,3–0,5% и астраленом в количестве от 0,0001 до 0,01% от массы фибры в зависимости от назначения нанообъекта. Срок хранения такой фибры – не более 3 месяцев. Такие нанобетоны изготавливают по стандартной технологии. Особенность заключается в следующем: сухое гомогенное и последовательное перемешивание цемента или другого вяжущего вещества с наномодифицированной фиброй в количестве от 1,5 до 20% от массы вяжущего материала осуществляется не менее 10 мин. Затем в герметичный бетоносмеситель подают заполнители и воду затворения, смешанную с функциональными добавками. После этого производят окончательное перемешивание нанобетона.

При росте потребительских характеристик нанобетонов в 4–6 раз, их стоимость увеличивается не более чем на 10–20% по сравнению со стоимостью обычных нанобетонов. Это даёт основание предполагать бурный рост развития производства нанобетонов в ближайшем будущем.

Для ограждения берегов канала в Нидерландах изготовили и успешно применили преднапряжённые шпунтовые сваи из UHPC (ultra high performance concrete). Стоимость 1 м^3 UHPC значительно (до 4 раз) превышала стоимость 1 м^3 обычного бетона B65, однако на изготовление свай ушло только 35% объема обычного бетона в связи с существенным уменьшением их поперечного сечения. В сочетании с другими преимуществами UHPC стоимость всей конструкции шпунтового ограждения не вышла за рамки стоимости свайного ограждения из обычного бетона. Другой успешный пример включал в себя применение плиты из UHPC для пролетной части реконструируемого моста. UHPC создает столь высокое обжатие, что позволяет полностью исключить появление трещин при эксплуатационных нагрузках.

ПОЛИЭДРАЛЬНЫЕ МНОГОСЛОЙНЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ НАНОСТРУКТУРЫ ФУЛЛЕРОИДНОГО ТИПА (АСТРАЛЕНЫ)

Патент № 2196731

Предложенные полиэдральные многослойные наноструктуры фуллероидного типа с межслоевым расстоянием 0,34–0,36 нм, со средним размером частиц 60–200 нм, насыпной плотностью 0,6–0,8 г/см^3, пикнометрической плотностью 2,2 ± 0,1 г/см^3, показателем термобароустойчивости к графитизации при 3000°С не менее 50 Кбар, рентгенографическим показателем графитизации 0,01–0,02 и удельным электрическим сопротивлением при давлении 120 МПа не более 2,5x10^{-4} Ом • м, получают распылением графитового анода в плазме дугового разряда в атмосфере инертного газа.

Катодный осадок имеет плотную корку и рыхлую сердцевину. Корку катодного осадка измельчают и подвергают окислению в газовой фазе. Продукт окисления разделяют электрофлотацией. Отбирают всплывшую фракцию 100–300 нм, высушивают, смешивают с сухим гидрооксидом, галогенидом, нитратом щелочного металла или их смесью. Жидкофазное окисление ведут в расплаве. Окисленный продукт снова разделяют электрофлотацией, нейтрализуют, промывают.

Изобретение позволяет использовать ту часть катодного осадка, которая раньше не использовалась.

Рассмотрим изобретение, относящееся к химии неметаллических соединений, а именно: к химии углерода, и, в частности, к получению многослойных углеродных наноструктур фуллероидного типа. Указанные структуры обладают высокой химической стабильностью при существенной пористости, а также высокой термобароустойчивостью, и могут найти применение в различных отраслях химической технологии.

Многослойные углеродные наноструктуры фуллероидного типа образуются как побочный продукт при получении фуллеренов и нанотрубок термическим распылением графитового анода в плазме дугового разряда, горящей в атмосфере инертного газа, например, аргона или гелия. Продукты распыления осаждаются на охлаждаемых стенках камеры и, в основном, на поверхности катода.

При этом выход целевого продукта – фуллеренов или нанотрубок – зависит от нескольких факторов, в частности, от поддержания межэлектродного расстояния на фиксированном уровне и от поддержания минимального возможного тока дуги, необходимого для ее стабильного горения.

Случайное изменение этих параметров на несколько минут превращает катодный осадок в бесполезный твердый кусок запекшегося графита.

Реальный катодный осадок (катодный депозит) может представлять собой сложный агломерат, в центральной рыхлой части которого содержится до 10% масс нанотрубок, а в более плотной коре – преимущественно многообразные наноструктуры, которые считаются примесями, затрудняющими исследование и использование нанотрубок.

Некоторое количество указанных наноструктур есть и в центральной части катодного депозита. Эти частицы никто специально не выделял и не идентифицировал.

Наиболее близкими к заявленным являются многослойные наноструктуры фуллероидного типа – углеродные нанотрубки, полученные выделением из катодного осадка и имеющие широкий диапазон размеров.

Недостатком известных полиэдральных многослойных наноструктур является большое количество примесей и значительный разброс их параметров, а также то, что корка катодного осадка, содержащая некоторое количество таких наноструктур, не используется и считается отходом.

Техническая задача, на решение которой направлено заявляемое изобретение, состоит в выделении полиэдральных многослойных наноструктур фуллероидного типа как целевого продукта.

Выделенные полиэдральные многослойные углеродные наноструктуры фуллероидного типа имеют межслоевое расстояние 0,34–0,35 нм, средний размер частиц 60–200 нм, насыпную плотность 0,6–0,8 г/см^3, пикнометрическую плотность 2,2 ± 0,1 г/см^3, показатель термобароустойчивости к графитизации при 3000°С не менее 50 Кбар, рентгенографический показатель графитизации 0,01–0,02, удельное электрическое сопротивление при давлении 120 МПа не более 2,5x10^{-4} Ом • м.

Заявляемое изобретение далее поясняется примерами, но не ограничено ими.

Примеры

Электродуговой эрозией анодного графитового стержня сечением 100 мм^2 с графитовым катодом того же сечения при плотности тока 200 А/см^2 и падении напряжения на дуге 24 В в гелиевой атмосфере (давление He 70 торр) получают катодный осадок. Осадок представляет собой трубчатую бахромчатую структуру длиной около 120 мм и диаметром около 35 мм, неоднородной плотности с рыхлой сердцевиной и плотной оболочкой (коркой) с внутренним диаметром 9–10 мм и толщиной около 2 мм.

Корку отделяют и измельчают до порошка со средней дисперсностью 200–800 нм. Порошок смешивают с 5 мас.% диспергированного нитрата калия и помещают во вращающуюся трубчатую печь, в которой проводят газофазное окисление при температуре 550–600°С.

После газофазного окисления порошок разделяют электрофлотацией, отбирая всплывающую фракцию дисперсностью 100–300 нм. Отобранную фракцию высушивают, смешивают с 5 мас. % сухого мелкодисперсного нитрата калия и помещают в расплав гидрооксида калия, где подвергают жидкофазному окислению при температуре около 500°С.

Расплав охлаждают, растворяют в воде, мелкодисперсный продукт отделяют электрофлотацией, нейтрализуют кислотой, тщательно промывают на фильтре дистиллированной водой и переводят в дисперсию в органическом растворителе, например, диметилформамиде.

Продукт получают как и в предыдущем примере, но он отличается тем, что жидкофазное окисление проводят в расплаве:

- смеси нитратов лития и натрия в эквимольном соотношении;
- хлоридов лития и калия эвтектического состава;
- хлорида калия и гидрооксида натрия в соотношении 1:4.

Для определения физико-химических параметров продукт отделяют от растворителя и исследуют.

Полученные полиэдральные многослойные углеродные наноструктуры фуллероидного типа имеют следующие показатели:

- межслоевое расстояние – 0,34–0,36 нм;
- средним размером частиц – 60–200 нм;
- насыпная плотность – 0,6–0,8 г/см^3;
- пикнометрическая плотность – 2,2 ± 0,1 г/см^3;
- показатель термобароустойчивости к графитизации при 3000°С – не менее 50 Кбар;
- рентгенографический показатель графитизации – 0,01–0,02;
- удельное электрическое сопротивление при давлении 120 МПа – не более 2,5x10^{-4} Ом • м.

Изобретение позволяет использовать как полезный продукт ту часть катодного осадка, которая ранее шла в отход производства фуллеренов и нанотрубок.

СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТОКОПРОВОДЯЩИХ ПАНЕЛЕЙ, СЫРЬЕВАЯ ШИХТА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТОКОПРОВОДЯЩИХ ПАНЕЛЕЙ И ТОКОПРОВОДЯЩИЙ ЗАПОЛНИТЕЛЬ НА ОСНОВЕ МАГМАТИЧЕСКИХ КИСЛЫХ ЭФФУЗИВНЫХ СТЕКЛОВАТЫХ ПОРОД ДЛЯ НИХ

Заявка на изобретение 2007123548/09, 22.06.2007

Способ изготовления токопроводящих панелей для спецсооружений включает смешивание токопроводящего компонента – каменноугольного кокса с размером частиц 0,2–1,5 мм со связующим компонентом, формование изделий и их последующую термообработку.

В качестве связующего компонента используют молотый глинистый компонент, в составе токопроводящего материала дополнительно используют молотые графит, карбид кремния и токопроводящий заполнитель в виде гранул размером 0,1–1,0 мм, полученных из совместно молотой смеси, мас.%: карбоната кальция 1–6, графита 8–11, карбида кремния 6–10, порошка стекла 7–10, магматической кислой эффузивной стекловатой породы 63–78 и 8 – 12-процентного водного раствора жидкого стекла 1–3 сверх 100% при следующем соотношении компонентов шихты токопроводящего материала, мас.%:

графит	7–9
карбид кремния	3–5
глинистый компонент	15–35
токопроводящий заполнитель в виде гранул	4,5–10,5
каменноугольный кокс с размером частиц 0,2–1,5 мм	остальное

При этом перед формованием увлажняют сырьевую шихту до влажности 4–7%, формование осуществляют способом полусухого прессования, а термообработку ведут в слабоокислительной газовой среде при температуре 910–940°С.

* * * * * * *

Сырьевая шихта для изготовления токопроводящих панелей включает токопроводящий компонент – каменноугольный кокс с размером частиц 0,2–1,5 мм и связующий компонент и отличается тем, что шихта в качестве связующего компонента содержит молотый глинистый компонент, в составе токопроводящего материала дополнительно содержит молотые графит, карбид кремния и токопроводящий заполнитель в виде гранул размером 0,1–1,0 мм, состоящих из молотой смеси, мас.%: карбоната кальция 1–6, графита 8–11, карбида кремния 6–10, порошка стекла 7–10, магматической кислой эффузивной стекловатой породы 63–78 и 8 – 12-процентного водного раствора жидкого стекла 1–3 сверх 100% при следующем соотношении компонентов шихты, мас.%:

графит	7–9
карбид кремния	3–5
глинистый компонент	15–35
токопроводящий заполнитель в виде гранул	4,5–10,5
вода	4–7
каменноугольный кокс с размером частиц 0,2–1,5 мм	остальное

* * * * * * * *

Предложен токопроводящий заполнитель для изготовления токопроводящих панелей в виде гранул. Размер гранул 0,1–1,0 мм. Они состоят из связанных между собой 8 – 12-процентным раствором жидкого стекла совместно молотых компонентов, мас.%:

карбонат кальция	1–6
графит	8–11
карбид кремния	6–10
порошок стекла	7–10
магматические кислые эффузивные стекловатые породы	63–78
водный раствор жидкого стекла сверх 100%	1–3

Источник информации:

1. Инновационный Парк Российского нового университета ***http://www.techtender.ru/nano/nanodost.htm***
2. Управление Научного и инновационного развития РосНОУ. Текущие достижения ***www.techtender.ru***

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

О НАРАЩИВАНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО КАПИТАЛА И ЕГО ЗАЩИТЕ ПУТЕМ ПАТЕНТОВАНИЯ

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

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

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

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

Постановка и проведение перспективных исследований:

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

Подготовка заявок и патентование разработок:

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

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

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

на правах рекламы

УДК 691
УДК 69.003:681.3:658.12

КУЛИКОВ Владимир Георгиевич, канд. техн. наук, доцент, Россия
Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ)

KULIKOV Vladimir Georgievich, Ph.D in Engineering, Assistant professor, Russian Federation
Moscow State University of Railway Engineering

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЦЕССОВ ПЕНООБРАЗОВАНИЯ ДИСПЕРСНЫМИ СИСТЕМАМИ ПАВ

PHYSICOCHEMICAL ASPECTS OF THE DISPERSE SAM SYSTEMS FOAMING PROCESS

Результаты представленной работы позволяют сделать такие выводы, присущие общему вектору результатов исследований в этой области, как, например, уменьшение размеров ниже некоторого порогового значения приводит к существенному изменению физико-химических и механических свойств, и, в частности, у пен. Такие эффекты проявляются при размерах порядка 100 ($1 \cdot 10^{+2}$ нм) и менее нанометров. В представленных исследованиях достигнут указанный размер и, следовательно, может идти речь об указанных свойствах пеноматериалов, каковыми, на наш взгляд, являются пенные пленки молекул исследуемых поверхностно-активных веществ (ПАВ) пенообразователей.

В частности установлено, что размер самой пенной пленки пенообразователей ПАВ может составлять до нескольких порядков от размера наночастицы, т. е. ~ $1 \cdot 10^{-7} \div 1 \cdot 10^{-5}$ нм, а самой частицы пенообразователя – до нескольких десятков ангстрем.

Таким образом выявлено, что изучение свойств пеноматериалов требует учета не только их состава и структуры, но и дисперсности.

Results of the presented work allow us to draw such conclusions, inherent in the general vector of the research results in this field, as, for example, that size decrease below certain threshold value leads to the considerable changing of physicochemical and mechanical properties and especially foam properties.

Such effects show itself when the sizes are about 100 ($1 \cdot 10^{+2}$ нм) and less of nanometers. In presented researches this size has been reached, and hence the matter concerns mentioned characteristics of cellular bodies among which are, in our opinion, foam films of the molecules of studied surface-active materials (SAM) foam makers.

In particular it was determined that the size of the foam film itself of SAM foam makers may come to several orders of nanoparticle size, i. e. $\sim 1 \cdot 10^{-7} \div 1 \cdot 10^{-5}$ nm, and the size of the foam maker particle – up to several dozens of angstorm.

Thus, cellular bodies analysis has revealed the necessity to take into consideration not only their composition and structure but also dispersivenes.

Ключевые слова: поверхностно-активные вещества; пена; пеноматериалы; дисперсность; размер пенной пленки; пересыщение раствора газом; вязкость; образование дополнительной поверхности; поверхностное натяжение на границе раздела; слой-пленка; форма элементарных ячеек пен; самоподобные орнаменты; соединение (схлопывание) ячеек; устойчивость пенных структур; повышение упругости пенной пленки; вытекания жидкости между адсорбционными слоями; управление скоростью процесса утонения; капиллярное давление.

Key-words: superficially active material; spume; concreet's with spum's; sharing the sizes of the particles; size of the foamy film; saturation of the solution by gas; viscosity; formation to additional surface; surrface pull on border of the section; layer-film; form elementary cell spumes; similar itself ornaments; join cell's; stability of structure spume; increasing to bounce of the foamy film; outflow liquids between layer; management velocity process reduction of the sizes of the thickness; capillary pressure.

Целью настоящего исследования является изучение процессов пенообразования[1] и выявление влияния различных свойств пенообразователей ПАВ на эксплуатационные свойства пен. Наименование исследуемых пенообразователей, их возможная предельная концентрация, поверхностное натяжение, интервал pH образования и др. приведены в таблице.

[1] **Примечание автора.** Исследованы и сопоставлены в сравнении с другими ПАВ двойные пены (в таблице выделены красным цветом), полученные катализируемым синтезом при нормальном давлении из двух ПАВ – смолы древесной омыленной {СДО + канифольного клея} и {СДО + полимерного клея на белковой основе}. Исследованы процессы стабилизации пен с помощью небольших доз минерального вяжущего и керамзитных высевок. Пенобетонная смесь приготавливается в смесителях. Достигнутая плотность пеноматериалов ~ 240 кг/м^3.

Основные свойства исследуемых пенообразователей

Группа по классификации	Название группы	Наименование	Предельная концентрация $C_{пр.}$, мак.%	Рациональн. концентрация С, мак.%	Поверхн. натяжение $\sigma \cdot 10^3$, Дж/м^2	Интервал pH пенообразования	Плотн. пены d, г/л	Коэффициент использования пены, K
I	Алкилсульфаты	ПО №1	2,6	3,0	26,0	2–9	35,0	0,95
		Прогресс	1,7	2,0	28,0		35,0	0,95
		ПО-6К	2,2	2,5	32,0		45,0	0,95
II	Сульфонаты	Сульфанол-40	2,2	2,5	30,5	2–10	40,0	0,9
		Пеностром	2,6	3,0	35,0		50,0	0,95
		ОС	2,2	2,5	37,0		50,0	1,0
III	Производные карбоновых кислот	Квин	6,5	7,0	49,0	6–12	100,0	0,55
IV	Производные смоляных кислот	СДО	9,0	10,0	43,0	6–12	80,0	0,8
		Клееканифольный ПО	5,5	6,0	45,0		65,0	0,9
V	Гидролизаты белков	Неопор	2,4	2,5	54,0	6–10	75,0	0,9
		Унипор	2,8	3,0	54,0		75,0	0,9
		SB-31	2,9	3,0	53,0		80,0	0,9
		ГК	2,5	3,0	53,0		80,0	0,9

Пены, как дисперсные системы, перечень и основные свойства которых приведены в таблице, получали в процессе испытаний методами диспергирования посредством перемешивания. Помимо этого, как отдельный прием, применялся конденсационный метод, основанный на изменении физического состояния раствора ПАВ путем повышения температуры[2] при постоянном внешнем давлении, приводящем к пересыщению раствора газом.

Обозначим основные факторы влияющие на процессы пенообразования. Ими, на наш взгляд, являются поверхностное натяжение (σ)

[2] **Примечание автора.** Автором предложена методика определения работы в дисперсных системах ПАВ при изменении размеров газовоздушных пузырьков пен от меньшего размера к большему и наоборот, т.е. от d_1 до d_2 и от d_2 до d_1 (при получении двойных пен).

и характеристики кинематической η и динамической μ вязкости исследуемых дисперсных сред. Установлено, что образование дополнительной поверхности, происходящее при вспенивании, тем вероятнее, чем меньше работа, которую необходимо затратить на образование этой поверхности (т. е., чем меньше поверхностное натяжение на границе раздела дисперсных фаз с газом).

Тем не менее, если бы решающее значение имели только эти физические свойства, то поверхностно-активные вещества с небольшим поверхностным натяжением обладали бы бóльшей способностью к вспениванию, чем ПАВ с высоким поверхностным натяжением. Однако многие ПАВ с низким поверхностным натяжением как, например, спирты и эфиры, не образуют пены, в то время как другие, с относительно высоким поверхностным натяжением, легко вспениваются.

Аналогичное наблюдается и в отношении вязкости. Так, некоторые вязкие ПАВ сами по себе не образовывают пены, в то время как иные ПАВ с небольшими коэффициентами вязкости дают обильную пену. Таким образом, ни вязкость, ни низкое поверхностное натяжение не являются универсально-решающими факторами, определяющими явления вспенивания.

В процессе исследований выявлено, что первой стадией процесса пенообразования являлось образование газовой эмульсии, т.е. образование системы *газ-раствор ПАВ*, а также появление на межфазной поверхности адсорбционных слоев-пленок ПАВ, изображенных на рис.1.

Процесс накопления молекул ПАВ отчетливо просматривается в виде контурных линий граней выпуклых полиэдрических многоугольников структуры пены

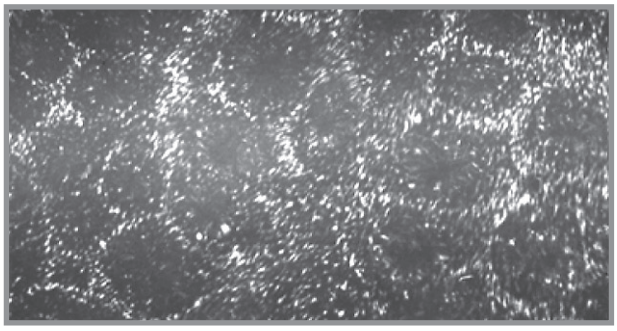
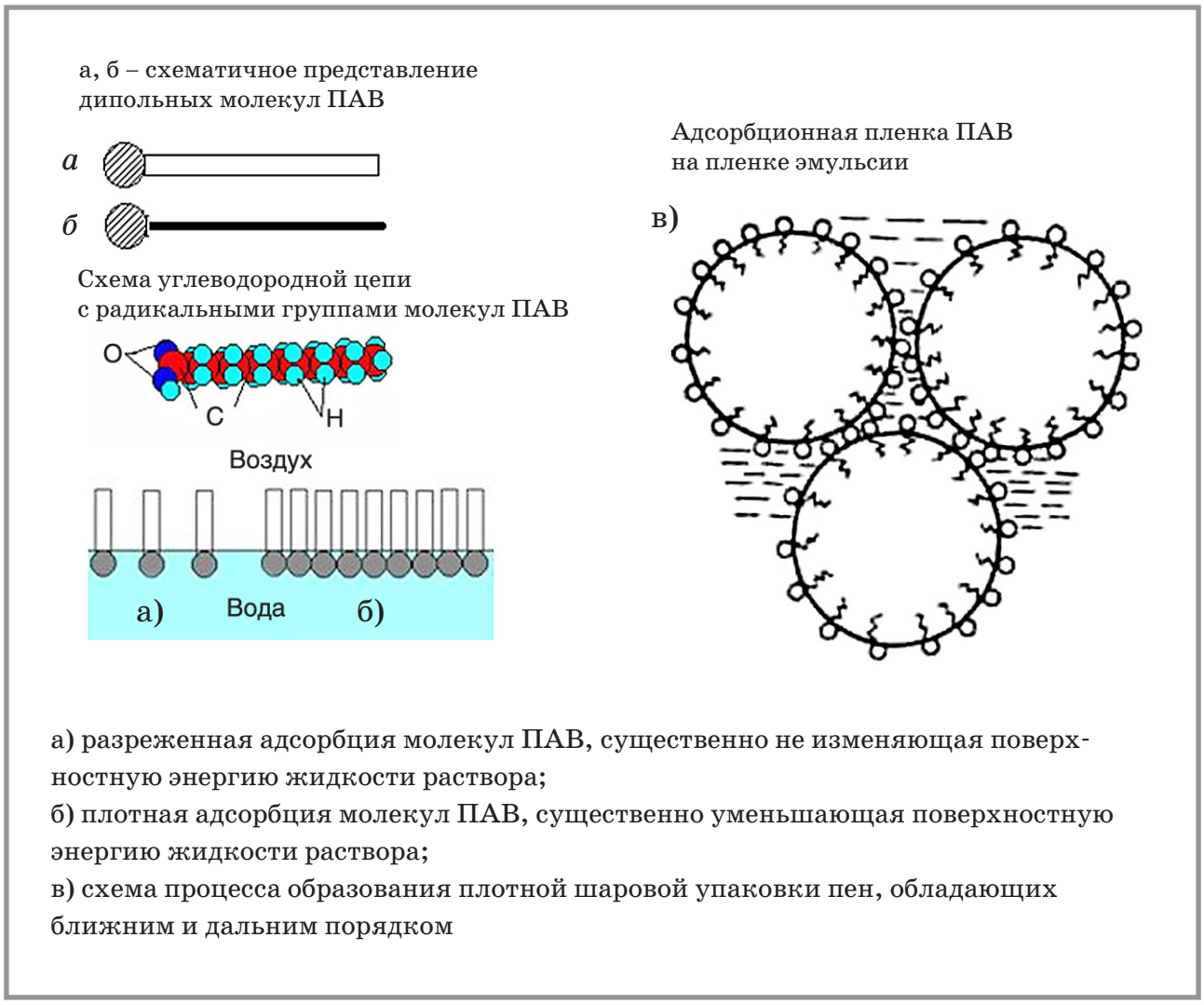


Рис. 1. **Первичная стадия процесса образования пены полиэдрическими по форме элементарными ячейками пены с отчетливо выраженным процессом адсорбции молекул ПАВ на поверхностях газовоздушных пузырьков**

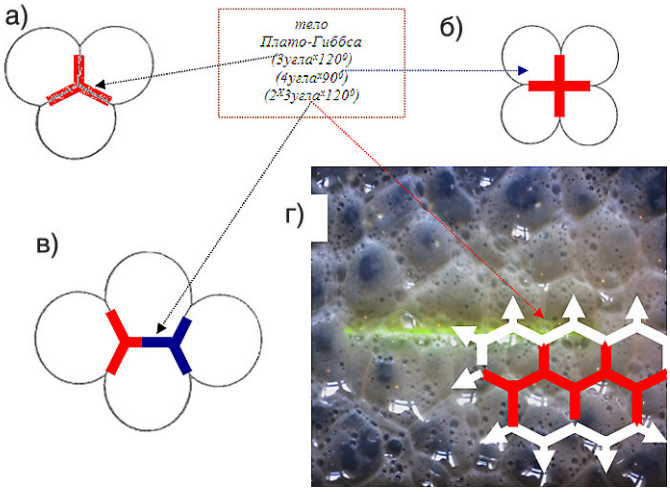
Отметим, что форма элементарных ячеек пен (*«паркет»*) из-за меняющейся поверхностной энергии (σ) дисперсной системы существенно зависела от соотношения объемов газовой и жидкой фаз пенообразователей и, в зависимости от этого отношения, принимала:

1) либо полиэдрическую форму ячеек, представленную на рис. 1;
2) либо сферическую форму ячеек, схематически изображенную на рис. 2, в структуре которой отчетливо прослеживался ближний и дальний порядок;
3) либо переходную (многогранную) ячеистую структуру, представленную на рис. 3.



а) разреженная адсорбция молекул ПАВ, существенно не изменяющая поверхностную энергию жидкости раствора;
б) плотная адсорбция молекул ПАВ, существенно уменьшающая поверхностную энергию жидкости раствора;
в) схема процесса образования плотной шаровой упаковки пен, обладающих ближним и дальним порядком

Рис. 2. **Схема процесса пенообразования молекулярными группами ПАВ**



Условия формирования геометрических форм устойчивых континуальных сплошных пенных сред:
а) многогранная плоская зона контакта 3 ячеек с углами 120°;
б) неустойчивое состояние 4 пленок с углами 90°;
в) устойчивое состояние 4 пленок с углами 120°;
г) мономодальная дисперсная среда с углами 120°

Рис. 3. **Схема превращения неустойчивых дисперсных пен в устойчивые**

Во всех случаях наблюдения структуры пен обладали самоподобными орнаментами, своеобразными «паркетами». Структуры без ближнего или дальнего порядков не наблюдались.

Предложим гипотезу о механизмах и движущих силах, влияющих на изменения формы ячеек пен. Наиболее вероятная форма структуры элементарных ячеек формирующихся пен может быть обоснована тем, что газовоздушные пузырьки пен, пленки которых встречаются под углами 120°, создают уравновешенную устойчивую систему, показанную на рис. 3.

При соединении, т. е. «схлопывании» пузырьков, пленки, разделяющие пузырьки в плоскости, преобразовываются в трехугольный «моностолб» жидкости, который циркулирует в разветвленных каналах Плато-Гиббса. Именно этот «моностолб» и является пространственным контуром пленок пен, т. е их несущим остовом. Именно он и пленки, как бы натянутые на него как на пространственный стержневой каркас,

разделяют внутренние и внешние пространства дисперсных фаз от среды растворов ПАВ, одновременно образовывая межслоевые «жгутово-столбовые» цепи-щели.

Известно, что величина избыточного давления в газовоздушных пузырьках дисперсных сред определяется величиной поверхностной энергии (σ) пленок и двоякой кривизной газовоздушных пленок. Таким образом, двоякая кривизна сама по себе является причиной перепада давлений Δp в ячейках, т. е. между газовой и жидкой фазами:

$$\Delta p = \sigma \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right),$$

где σ – поверхностная энергия дисперсной системы; $R_{1,2}$ – радиусы кривизны двух взаимно перпендикулярных нормальных сечений поверхности пленки. Считается, что радиус кривизны положителен, если ее центр находится внутри пленки (выпуклый мениск), и отрицателен, если центр кривизны вне пленки (вогнутый мениск).

Следовательно, жидкость, в зависимости от знака разности указанных давлений, принципиально может перетекать из пленки в обозначенный нами жгутовый канал Плато-Гиббса и, таким образом, утонять пленку, истекая из нее, но утолщая жгутовый канал. Устойчивость дисперсной пенной системы в этом случае обеспечивается увеличивающейся жесткостью пространственной структуры каналов-жгутов, представляющих собой развитую капиллярную наноструктуру. Либо наоборот, течь из канала в пленку, таким образом утолщая ее[3], но при этом утоняя жгутовый канал. В этом случае устойчивость дисперсной пенной системы обеспечивается увеличивающейся жесткостью пенных пленок, представляющих собой своеобразный жесткий пространственный ячеисто-паркетный каркас.

Принято считать толщины стенок пенных пузырьков постоянными и сопоставимыми по размерам с размерами самих молекул ПАВ. Исходя из этих соображений очевидно, что существенные «перетоки туда-сюда» из-за незначительных толщин пленок и жгутов-каналов без их обоюдного разрушения маловероятны, хотя потенциально возможны.

[3] **Примечание автора.** Тезис о возможном попеременном утонении-утолщении пленок ПАВ, по нашему мнению, высказывается впервые. Таким образом, толщина пленок равновероятно может как утоняться, так и утолщаться, что имеет место в натуре. Это неизбежно сказывается на знакопеременном изменении поверхностной энергии системы, заставляя ее колебаться около положения равновесия, и именно поэтому изменять форму реализации паркета своей структуры.

Но вполне вероятно, что все-таки подобные процессы имеют место, давая о себе знать нарушениями дальних порядков наблюдаемых структур пен. Мы же этот факт можем зафиксировать, наблюдая в реалиях двойные, тройные и прочие «арные» орнаменты паркетов пен.

Таким образом, наблюдая в натуре нарушения орнаментов пен, можно предположить, что дисперсная система, представляя собой саморегулируемую структуру, в этот момент не находится в равновесии. Тем не менее, значительных отклонений от равновесия дисперсные пенные системы не допускают, своевременно запуская механизм торможения перетока, что, по всей видимости, и происходит в действительности. Каким образом система стабилизируется? Так как в изучаемых системах $\sigma \neq 0$, то равенство ($\Delta p = 0$) возможно только если:

$$\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) = 0, \text{ откуда } \frac{1}{R_1} = -\frac{1}{R_2}, \text{ значит } R_1 = -R_2.$$

Последнее выражение явно указывает на путь, которым необходимо идти для выравнивания давлений. Центры кривизны R_1 и R_2 должны находиться по разные стороны от пленки, создавая плоский мениск. На наш взгляд, именно в этом и заключается механизм торможения перетоков и стабилизации структур пен.

Анализируя вышесказанное, можно с уверенностью предсказать форму элементарной ячейки пены, как наиболее вероятную, т. е. форму, исключающую наличие перепада вышеуказанного (Лапласового) давления и, кстати, очень часто применяемую природой самой пены. Такая ячейка может представлять собой только энергетически сбалансированные 5 форм Платоновых тел или с небольшими отклонениями 12 выпуклых неправильных многогранников. Таким образом, количество элементарных форм паркета пен, собственно, и наблюдается в процессе исследований. На наш взгляд, это положение о счетности и конечности множества форм элементарных ячеек является определяющим для обоснования наличия ближних порядков структур пен. Безусловно, при преобладании по разным причинам в системе деструктивных процессов происходит нарушение высказанного положения и, следовательно, нарушение в начале дальнего, а затем и ближнего порядков, т. е. разрушение системы.

В настоящей работе представим элементарную форму паркета пены только одной формой – додекаэдром, ограниченным 12 пятиугольными

гранями (рис. 4). Такое представление формы элементарной ячейки позволяет установить аналитические зависимости между геометрическими [*площади боковых поверхностей* ($S_{бок}$), *объемы тел* ($V_{тела}$) и др.], энергетическими [*поверхностная энергия* (σ), *потенциал Гиббса* ($\frac{d\sigma}{dc}$), *где с – концентрация ПАВ в растворе, энергия образования дополнительной поверхности* и др.], а также и другими инженерными характеристиками у различных видов пенных структур.

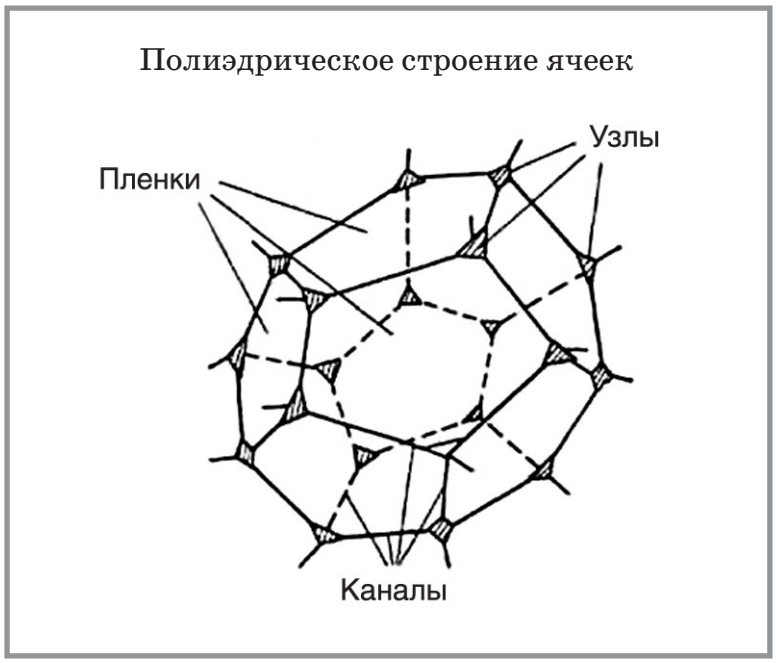


Рис. 4. **Энергонейтральная элементарная форма ячейки дисперсных пен – додекаэдр**

ВЫВОД.

1) Подчеркнем, что поверхности пенных пленок в виде Платоновых тел не имеют кривизны. Следовательно, состояние такой пенной структуры, как дисперсной системы, равновесно.
2) Пены с такой, в том числе додекаэдрической структурой, устойчивы.
3) Ближний и дальний порядок структур пен с элементарной полиэдрической ячейкой отчетливо выявлены и подтверждены в процессе исследований. Они приведены на рис. 1, 2, 3.

Установлено, что пены кратностью выше 4 характеризовались полифракционной сферической пористой структурой и возрастающим количеством соприкасающихся пор по мере роста показателя кратности. Теоретическому пределу такой плотной упаковки структуры соответствует пористость в 83% и кратность, равная 6.

Пеноматериалы при сухой минерализации, т. е. при добавлении расчетных доз сухого порошка минерального вяжущего, после отвердевания приобретали открытую пористость за счет наличия точечных «дырок» в зоне соприкосновения сферических пузырьков пены. Это хорошо видно на рис. 5.

Фрагмент внутренней структуры пеноматериала, образованный пеной. Отчетливо проявлена пузырьково-сферическая форма и наличие дырок в пленках

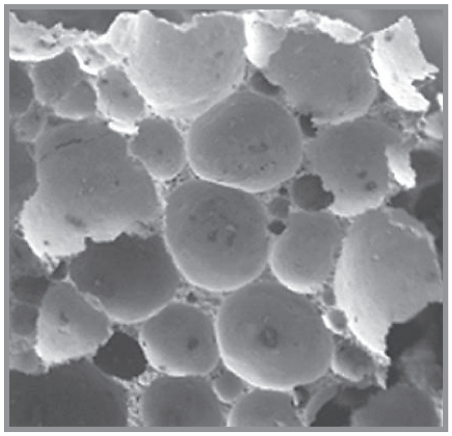


Рис. 5. **Пузырьково-ячеистая структура пены ПАВ**

Пены кратностью 9÷14 обладали объёмом воздушной фазы 89÷93%. Они могут служить основой (при В/Т = 0,5÷0,6) для получения особо легких (150÷250 кг/м^3) пено- теплоизоляционно-конструкционных материалов на обычном цементном вяжущем.

Увеличение воздушной фазы в пенах кратностью выше 6 приводило к постепенному ухудшению их свойств за счет перестройки структуры в плотную и жесткую упаковку частично деформированных сферических пузырьков в зонах соприкосновения сфер.

Самыми низкими показателями стойкости обладали пены кратностью выше 9.

При флокуляции пузырьков на поверхности растворов ПАВ образовывался связный пленочный каркас, представляющий собой единую пенную структуру (см. рис. 5, 6).

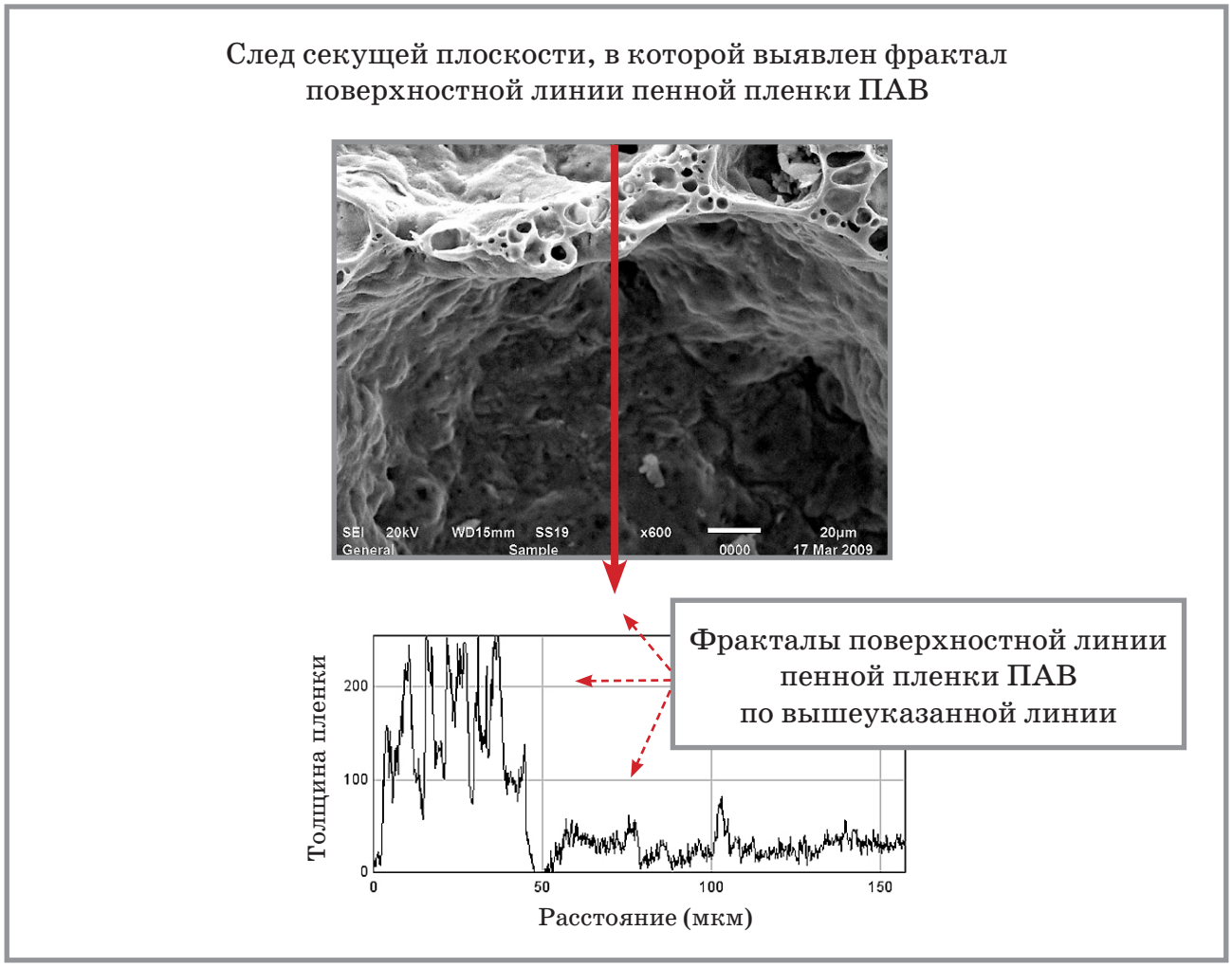


Рис. 6. **Определение толщины пенной пленки СДО + канифольный клей**

Сфероподобная пена образовывалась в тех случаях, когда объем жидкой фазы ($V_ж$) превышал объем газовой фазы ($V_г$) более чем в 10÷15 раз. Установлено, что чем меньше отношение ($V_ж/V_г$), т. е., чем больше образовывалось газовой фазы при постоянном объеме жидкой, тем *меньшее* значение принимала толщина пенной пленки. Как видно

из рис. 6, толщина пленки колебалась в интервалах ~10÷50 мкм. Указанный размер эквивалентен $(1 \cdot 10^{-5} \div 5 \cdot 10^{-5})$ м ≡ $(1 \cdot 10^{+4} \div 5 \cdot 10^{+4})$ нм, т. е. ~ (10000÷50000) нм, который не может быть отнесен к категории наноразмеров. Процесс определения указанных размеров и пояснения приведены на рис. 6.

Тем не менее, рассматривая всю толщину пленки как множество, не относящееся к категории нано- структур, отметим, что в самой пленке происходят ранее указанные процессы, носителями которых являются молекулы и другие структуры ПАВ. Оценивая их категорию размеров в ~$(1 \cdot 10^{-7})$ м ≡ $(1 \cdot 10^{+2})$ нм, которые уже могут быть соотнесены с категориями наноразмеров, вычислим количественный порядок указанных структур, считая их собственными элементами вышеуказанного множества, т. е. подмножествами. Их мощность составляет:

$$\frac{1 \cdot 10^{+4}}{1 \cdot 10^{+2}} \div \frac{5 \cdot 10^{+4}}{1 \cdot 10^{+2}} \rightarrow 1 \cdot 10^{+2} \div 5 \cdot 10^{+2} \equiv 100 \div 500 \text{ единиц} \rightarrow |M|.$$

Зная общую протяженность пенных пленок ($l_{пл}$) и полученную мощность ПАВ, приходящиеся на их единицу длины, предлагаем метод расчета параметров пенных пленок пенообразователей ПАВ в виде параметрического подбора при известных любых двух из вышеуказанных трех параметров соотношением:

$$P_{по} = |M| \cdot l_{пл},$$

где ($P_{по}$) – общий расход пенообразователя ПАВ.

Предлагаемый метод применим и в случаях, когда из вышеприведенных параметров известен лишь один. Задаваясь значениями неизвестных параметров и соблюдая приведенное соотношение, получали результаты, значительно превосходящие по точности известные экспериментальные методы.

С течением времени пленки все более утонялись и сфероподобная пена превращалась в полиэдрическую.

В процессе изучения поведения таких структур пен были уточнены показатели их седиментационной и агрегативной устойчивости. Однако, по мере превращения сферо-подобной пены в связную полиэдрическую, понятие седиментационной устойчивости применительно к ней теряло физический смысл.

Агрегативной устойчивости изучаемых пен поставлена в соответствие скорость укрупнения частиц дисперсной фазы за счет коалесценции и из-за других процессов перестройки структуры.

Стабилизация изучаемых пен осуществлялась следующими способами:

1) с помощью применения различных типов ПАВ, приведенных в таблице;
2) путем введения в пену рационально подобранных количеств мелкодисперсных керамзитных высевок;
3) добавлением в пену небольших доз сухого порошка минерального вяжущего.

ВЫВОД.

На наш взгляд, в зависимости от природы ПАВ и свойств образуемых ими адсорбционных слоев, устойчивость пен обуславалась действием общих для дисперсных систем факторов стабилизации, таких как: 1) ионно-электростатические; 2) структурно-механические барьеры; 3) специфический для пен и эмульсий эффект Гиббса-Марангони.

Эффект Гиббса-Марангони в наших исследованиях заключался в следующем. Течение жидкости в поверхностных слоях пенных пленок приводило к уносу из них ПАВ и, следовательно, к увеличению поверхностного натяжения (σ). Этот процесс вызывал возникновение давления, двунаправленного и направленного в сторону, обратную истечению жидкости (эффект Марангони). Одновременно с этим, увеличение (σ) приводило к повышению упругости пленки, препятствуя ее механической деформации (эффект Гиббса). Отсюда следует, что в присутствии ПАВ утонение пленок может происходить только путем вытекания жидкости между адсорбционными слоями ПАВ.

ВЫВОД.

При небольших значениях толщин зазоров этот процесс идет с небольшой скоростью и, следовательно, управляя скоростью процесса утонения (т. е. скоростью истечения), можно обеспечивать необходимую устойчивость пен. Безусловно, при этом необходимо учитывать и другие стабилизирующие процессы. Это, например, процессы, связанные с гидратацией вяжущего, начинающиеся с момента его затворения.

Для проверки высказанной гипотезы о механизмах устойчивости пенных пленок был проведен эксперимент по определению равновесного капиллярного давления в каналах Плато-Гиббса, зависящий от высоты столба пены h следующим образом:

$$p_\sigma = p_L \pm \rho \cdot g \cdot h,$$

где p_σ – давление в нижнем слое пены; ρ – плотность раствора ПАВ.

Капиллярное давление измеряли с помощью установки, изображенной на рис. 7. Установка состояла из U-образного водяного манометра 1, цилиндра с поршнем 2 (шприца) и капиллярной трубки 3 с приваренной пористой мембраной 4. На трубке 3 на высоте 10 см от мембраны нанесена метка 5.

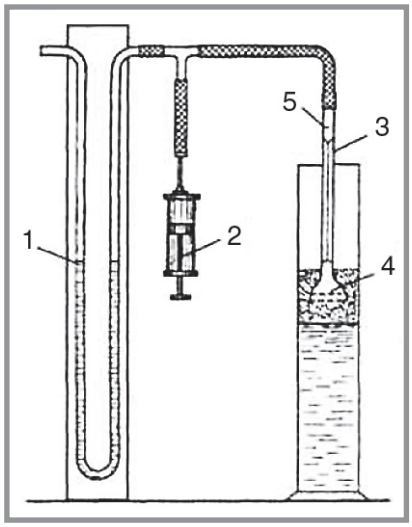


Рис. 7. **Установка для определения равновесного давления в каналах Плато-Гиббса**

Измерения производили следующим образом. Трубку 3 опускали в стакан с раствором ПАВ на глубину 0,2÷0,5 см и при помощи поршня 2 уровень мениска раствора в капиллярной трубке 3 совмещали с меткой 5. Значение пониженного давления, фиксируемое манометром 1, принималось за начальный отсчет p_0. Затем емкость с раствором ПАВ заменяли емкостью с пеной и трубку 3 опускали в пену на глубину 1 см. При соприкосновении с пеной, из-за пониженного давления в пенных каналах, жидкость стремилась перейти из трубки 3 в пену. Поэтому мениск жидкости в трубке 1 опускался. Перемещая поршень 2, создавали дополнительное разрежение над мениском, добиваясь, чтобы жидкость из капилляра не вытекала в пену, но при этом и не отсасывалась из нее. Именно это давление p_L и регистрировалось по манометру 1. Равновесное капиллярное давление находили как разность давлений p_L и p_0.

ВЫВОД.

Из анализа высказанных гипотез и экспериментальных данных, приведенных на рис.1, 3, 5 и 6, следует:

- пенные структуры по их размерам можно отнести к наноструктурам, т. к. они фрактальны, обладают собственным паркетом ближнего и дальнего порядка и имеют размеры подэлементов порядка 10÷200 нм;
- экспериментальными данными (рис. 5, 6) подтверждена фрактально-кластерная автомодальная форма строения структуры указанных пен.

В проведенных исследованиях использованы положения фрактально-кластерного исчисления. На рис. 8 а, б приведена общая схема фрак-

тально-кластерного анализа паркетов «автомодольности» пен и их обоснование для правил вывода ближнего и дальнего порядка.

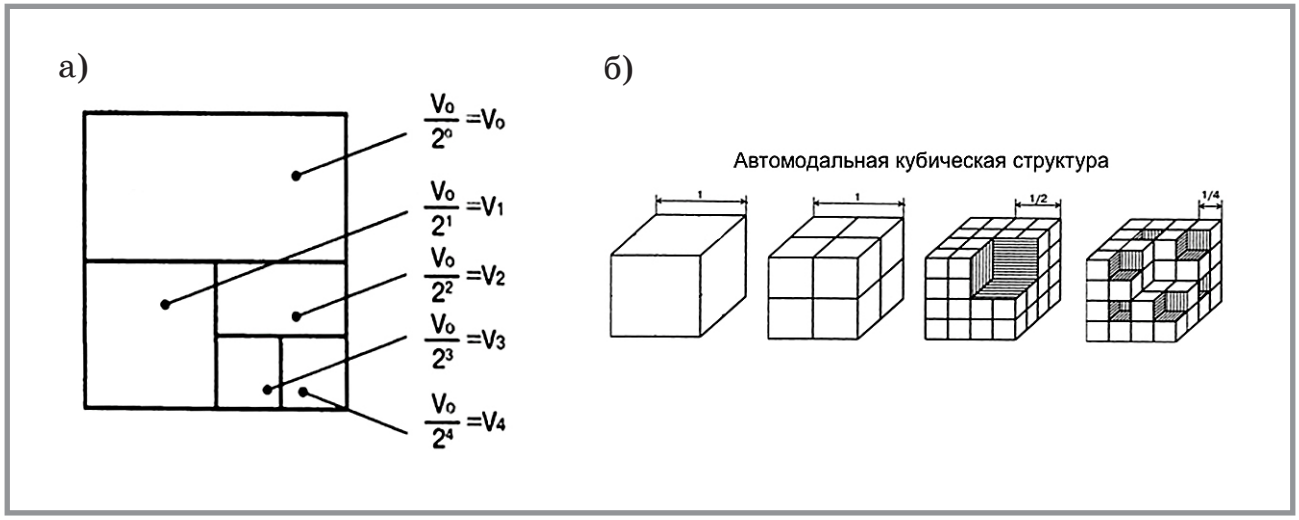


Рис. 8. **Фрактально-кластерное представление паркетов пен как обоснование наличия ближнего и дальнего порядков пен**

Представим структуры примитивных форм множеств пен соответствующими подмножествами ближних и дальних порядков по следующей схеме. Примем общий объем всей пены за множество объемом V_0. Подмножествами данного множества в виде элементов дальнего и ближнего порядков будем считать его элементы паркета и заполнять его общий объем объемами элементов паркета по следующей схеме.

Первым подмножеством, как первым паркетом, заполним половину общего объема V_0, т. е. $V_1 = 0{,}5 \cdot V_0$.

Вторым паркетом заполним половину оставшегося объема $V_2 = 0{,}5 \cdot (V_0 - 0{,}5 \cdot V_0) = 0{,}25 \cdot V_0$. Объем третьего паркета определим как $V_3 = 0{,}5 \cdot (V_0 - 0{,}5 \cdot V_0 - 0{,}25 \cdot V_0) = 0{,}125 \cdot V_0$.

Общая схема заполнения объема пены V_0 паркетами V_j приведена на рис. 8 а. Такого рода действиями поставим в соответствие степень заполнения ($C_{зап}$) общего объема (V_0) пены степенью востребованности ($C_{востр}$) паркетов (ΣV_j) и количественно оценим степень наличия ближних и дальних порядков паркетов пены, представив высказанное утверждение аналитически как $(C_{зап}) = f(C^{\Sigma V_j}_{востр})\}$.

Тогда, если $\{(C_{зап}) = f(C^{\Sigma V_j}_{востр})\}$, то $\{f(C^{\Sigma V_j}_{востр}) \to \lim_{n\to\infty} f(C^{\Sigma V_j}_{востр}) \to 0 \equiv$ ближний порядок пены$\}$.

Иначе $\{f(C^{\Sigma V_j}_{востр}) \to \lim_{n\to\infty} f(C^{\Sigma V_j}_{востр}) \to \pm\infty \equiv \frac{+\infty \equiv \text{дальний порядок паркета пены}}{-\infty \text{ отсутствие пены}}\}$.

Как уже ранее отмечалось, исследуемые пенные структуры представляют собой фрактальные системы (рис. 1, 3, 5, 6). Произведем анализ указанных фрактальных систем, используя параметры кубической сингонии (*кубическая упаковка* с линейным параметром $a_0 = 1$) (см. рис. 8 б). Введем следующие обозначения. Количество рассматриваемых объектов (фракталов) обозначим как $\{К^{количество}_{фракталов}\}$. Этому показателю можно поставить в соответствие, как множество, собственно саму пену {П ≡ пена}. Общий объем (мощность) этого множества составляет $|V_0|$. Мощность элементов {паркетов} множества {П} обозначим через $\{К^{равных}_{фигур}\}$ и представим их как геометрические объекты, подобные по форме самим себе, но отличающиеся друг от друга масштабом представления, т. е. как самоподобные множества (рис. 8 а).

Для кубической упаковки $\{К^{количество}_{фракталов}\} = 1$ т. к. на первом этапе нами рассматривается один объект. Это куб с единичной стороной, линейный параметр которого $a_0 = 1$. При уменьшении линейного параметра данного объекта в два раза он образует восемь самоподобных множеств {паркетов}, значит $[\{К^{равных}_{фигур}\} = 8]$. Величину $[\{К^{равных}_{фигур}\} - \{К^{количество}_{фракталов}\}] = [О^{п}_{р}]$ примем за основание показателя рекурсии выше обозначенных самоподобных множеств и обозначим как $[О^{п}_{р}]$. В силу того, что нижеприведенные инструкции могут выполняться неограниченное количество раз, повторяя одни и те же действия с различными исходными данными, пронумеруем их, обозначив как {№ (итер) = 0÷∞}. Тогда алгебру обращений, как носитель и сигнатуру рекурсии в виде $[n^{x}_{y} \equiv y^{x}]$ к рассматриваемому множеству, можно представить в виде выражения сочетаний из $[О^{п}_{р}]$ по [{№ (итер)}] в виде следующего выражения:

$$[n^{[\{№\ (итер)\}]}_{(\{К^{равных}_{фигур}\} - \{К^{количество\ №\ (итер)+1}_{фракталов}\} = [О^{п}_{р}])} \equiv [О^{п}_{р}]^{[\{№\ (итер)\}]}].$$

Раздробим виртуально исходный куб на восемь равных кубов со стороной, равной $a_1 = 0{,}5 \cdot a_0$. Номер итерации данной инструкции равен 0, т. е. [{№ (итер)}] = 0. Тогда $[\{К^{равных}_{фигур}\} = 8]$; $[n^{x}_{y} \equiv y^{x}] \to$

$$\to [n^{[\{№\ (итер)\}]}_{[\{К^{равных}_{фигур}\} - \{К^{количество\ №\ (итер)+1}_{фракталов}\}] = [О^{п}_{р}]} \equiv [О^{п}_{р}]^{[\{№\ (итер)\}]}] \to [n^{[0]}_{[8\} - \{1^{1}\}] = 7} \equiv [7]^{[0]}] \equiv 1.$$

Из этого следует, что рассматривается один фрактальный объект, и этим объектом является сам единичный куб.

Отбросим один из восьми объектов, представляя этот объект как количество рекурсивных обращений на этом этапе (т. е. количество отбрасываемых объектов на этом этапе является величиной $[n^{[0]}_{[8\}-\{1^1\}]=7} \equiv [7]^{[0]}] \equiv 1$ из предыдущего этапа), а остальные семь из оставшихся вновь раздробим на восемь равных частей. Это итерация №1, т.е. [{№ (итер)}] = 1. Основание показателя рекурсии $[O^{п}_{р}] = 7$, так как $[\{К^{равных}_{фигур}\} - \{\{К^{количество}_{фракталов}\}^{[\{№\ (итер)\}]+1}\}] \leftrightarrow [\{8\} - \{1^2\}] = 7$. Тогда новых фрактальных объектов уже будет: $[O^{п}_{р}] \cdot \{К^{равных}_{фигур}\} \rightarrow 7 \cdot 8 = 56$ со стороной $a_2 = 0{,}5 \cdot a_1 = 0{,}25 \cdot a_0$. Отсюда количество обращений на этой итерации $[n^{[1]}_{[56\}-\{7^2\}]=7} \equiv [7]^1] \equiv 7$. Продолжим вышеобозначенные действия.

Определим количество новых фрактальных объектов для следующего этапа: $[O^{п}_{р}] \cdot \{К^{равных}_{фигур}\} \rightarrow [56-7] \cdot 8 = 392$ со стороной $a_2 = 0{,}5 \cdot a_1 = 0{,}25 \cdot a_0$. Это итерация №2, т. е. [{№ (итер)}] = 2. Основание показателя рекурсии $[O^{п}_{р}]$ как $[\{К^{равных}_{фигур}\} - \{\{К^{количество}_{фракталов}\}^{[\{№\ (итер)\}]+1}\}] \leftrightarrow [\{392\} - \{7^3\}] = 7$. Отсюда количество обращений на этой итерации $[n^{[2]}_{[392\}-\{7^3\}]=7} \equiv [7]^2] \equiv 49$.

Рассуждения для расчетов единичного куба можно представить следующей схемой:

$$[\{a_0 \rightarrow (\tfrac{1}{2})^0 = \frac{1}{2^0} \equiv 1\}] \leftrightarrow [\{n^0_7\} \rightarrow 7^0];$$

$$[\{a_1 \rightarrow (\tfrac{1}{2})^1 = \frac{1}{2^1} \equiv \frac{1}{2}\}] \leftrightarrow [\{n^1_7\} \rightarrow 7^1];$$

$$[\{a_2 \rightarrow (\tfrac{1}{2})^2 = \frac{1}{2^2} \equiv \frac{1}{4}\}] \leftrightarrow [\{n^2_7\} \rightarrow 7^2];$$

$$[\{a_n \rightarrow (\tfrac{1}{2})^n = \frac{1}{2^n} \equiv \frac{1}{2^n}\}] \leftrightarrow [\{n^n_7\} \rightarrow 7^n].$$

Из этих соображений следует, что масштабным элементом выступает величина (1/2). Обозначим эту величину Z как коэффициент «автомодальности». Представив в соответствии с [7] фрактальную размерность как $d = \dfrac{\ln[[O^{п}_{р}]]}{\ln\frac{1}{z}}$, получим $d = \dfrac{\ln[7]}{\ln 2} = 2{,}807$.

Численное значение размерности показывает, что такой фрактал кубической упаковки пенных паркетов есть нечто среднее между поверхностью и пространственным образованием, поскольку $2<d<3$.

При имитационном моделировании структур пен необходимо принимать во внимание следующие положения:

1) вытекание жидкости из пленок происходит под действием сил капиллярного всасывания, которые в 20–25 раз превосходят гравитационные силы. Поэтому характерное время перетекания жидкости из пленок в каналы занимает значительно меньше времени, чем процесс истечения жидкости из пен;
2) скорость течения жидкости по пленкам, имеющим размеры, характерные для реальных пен, намного меньше скорости перемещения жидкости по пенным каналам.

ВЫВОД.

Моделью, которая может адекватно описывать синерезис пен, следует считать капиллярную (каналовую) модель (рис. 9), в которой истечение жидкости происходит из системы вертикальных каналов[4], протяженных на всю высоту пенного столба.

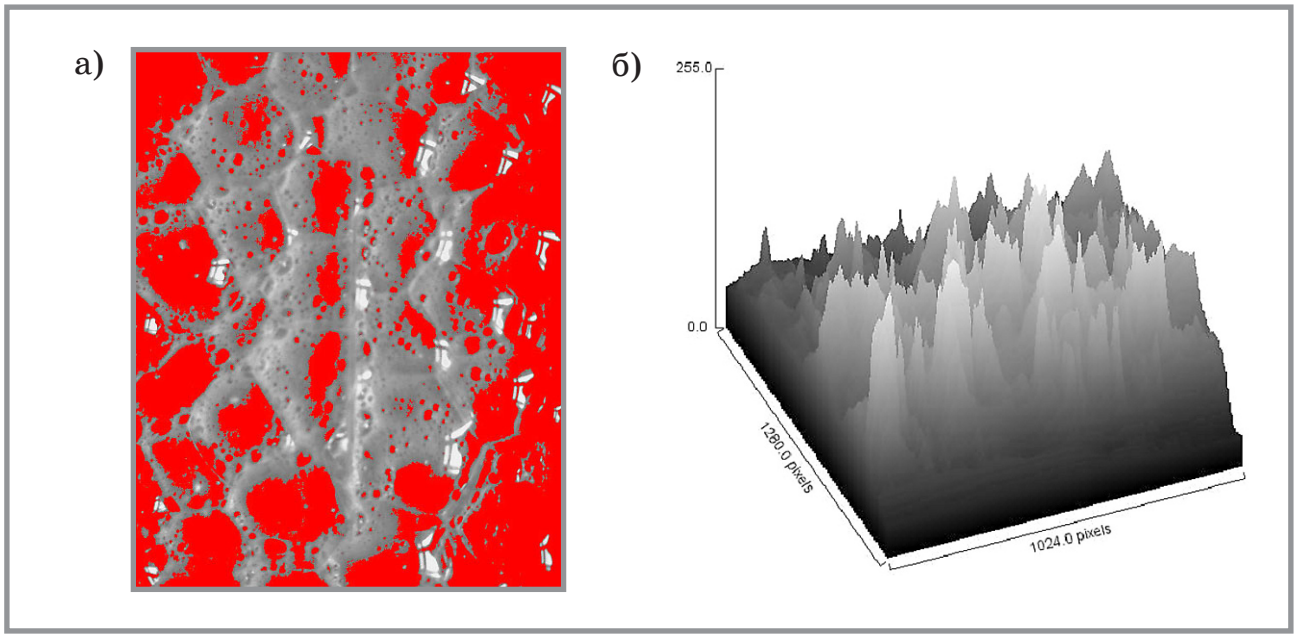


Рис. 9. **Капиллярно-каналовая модель пены и ее графо-аналитическое представление:**
а) капиллярно-каналовая модель пены;
б) графо-аналитическое представление модели пены

[4] **Примечание автора.** Рассмотрим строение пен на примере модели непрерывных сообщающихся сосудов-капилляров. В таком случае жидкость не должна вытекать под действием гравитационных сил из каналов Плато-Гиббса.

Чистые жидкости вспенить не удается, т. к. их пленки мгновенно разрушаются. При этом скорость протекания по всем каналам одинакова и газожидкостная смесь представляет собой сеть параллельных каналов релаксации.

Реальное имитационное фрактально-кластерное моделирование процессов образования форм структур пен на основе предлагаемой автором методики позволяет осуществлять интерактивный процесс контроля формирования пенных структур в режиме реального времени.

Библиографический список:

1. *Гусев Б.В., Куликов В.Г.* Обоснование факторов, формирующих моноэдрическую ячеистую структуру пеноматериалов // ПГС. №8. 2008.
2. *Гусев Б.В., Куликов В.Г.* Обоснование строения внутреннего капиллярно-порового пространства пенокомпозитов структурой пены ПАВ // Строительные материалы. №9. 2009.
3. *Ричард М. Кроновер.* Фракталы и хаос в динамических системах // М., 2006, 484 с.
4. *Иванова М.А.* и др. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа // М.: РИОР, 2006. 289 с.
5. *Сергеев В.Н.* Курс коллоидной химии // М., 2008. 174 с.
6. *Шевнина Т.А.* Фрактально-перколяционный механизм разрушения пены. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук // Тюмень. 2004.
7. *Бобрышев А.Н., Козомазов В.Н.* и др. Синергетика композиционных материалов // Липецк: НПО ОРИУС, 1994. 151 с.
8. *Меркин Л.П., Кобидзе Т.Е.* Особенности структуры и основы технологии получения эффективных пенобетонных материалов // Строительные материалы. 1988. №3. С. 16–18.
9. А. с. №1524428. Способ изготовления теплоизоляционных изделий. Меркин А.П., Кобидзе Т.Е., Зудяев Е.А. 1989.

Контактная информация для переписки:
e-mail: kulikov-miit@mail.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, наноформообразование, наноструктуры.

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

Богатство наномира. Фоторепортаж из глубин вещества

Под ред. Ю.Д. Третьякова

Издание (171 стр., 2009 г.) представляет собой альбом научных фотографий, полученных методами оптической, растровой и просвечивающей электронной микроскопии за последние несколько лет. Снимки выполнены, в основном, сотрудниками химического факультета, факультета наук о материалах МГУ им. М.В. Ломоносова и ИОНХ им. Н.С. Курнакова РАН. Фотографии классифицированы по разделам, отражающим основные области научных интересов авторов данной книги и имеющим отношение к разработкам в области нанотехнологий. Отдельная глава, материал для которой предоставлен компанией НТ-МДТ, демонстрирует возможности методов сканирующей зондовой микроскопии.

Для широкого круга читателей, интересующихся последними достижениями в современных областях химии, физики и материаловедения

Аморфные, нано- и микрокристаллические магнитные материалы

И.Б. Кекало, Е.А. Шуваева

В лабораторном практикуме (247 стр., 2008 г.) по спецкурсу «Аморфные, нано- и микрокристаллические магнитные материалы» представлены описания десяти лабораторных работ, посвященных новым классам магнитно-мягких материалов, которые получают путем закалки из жидкого состояния. Эти материалы обладают уровнем магнитных свойств и их сочетанием с другими физическими свойствами, которые не достигаются в традиционных кристаллических магнитно-мягких материалах, что определяет широкую перспективу их применения в современной технике.

Практикум предназначен для студентов специальности 150702 «Физика металлов».

Атомное строение фаз. Кристаллохимия твердых растворов и промежуточных фаз. Структура аморфных, квазикристаллических и нанокристаллических материалов

Ю.Д. Ягодкин, Т.А. Свиридова

В данном курсе лекций (107 стр., 2007 г.) рассмотрены структура твердых растворов, факторы, определяющие растворимость в первичных твердых растворах, термодинамика их образования, процессы атомного упорядочения. Проведен кристаллохимический анализ часто встречающихся промежуточных фаз, включая условия их образования и особенности атомного строения. Подробно рассмотрена структура аморфных, квазикристаллических и нанокристаллических материалов.

Курс лекций рекомендован студентам, обучающимся по специальностям 210602 «Наноматерилы» и 150702 «Физика металлов».

Материалы и методы нанотехнологии

В.В. Старостин

В учебном пособии (431 стр., 2008 г.) даются основные понятия о нанотехнологии и нанообъектах, приводятся сведения о характерных особенностях и свойствах наночастиц. Рассмотрены функциональные и конструкционные материалы (фуллерены, углеродные нанотрубки, ленгмюровские молекулярные пленки) и их применение. Значительное внимание уделяется методам получения наночастиц и упорядоченных наноструктур, приводятся результаты искусственного наноформообразования, описаны методы зондовой нанотехнологии, пучковые и другие новые методы нанолитографии.

Для студентов и аспирантов высших учебных заведений, специализирующихся по направлению «Нанотехнология».

Контактное плавление металлов и наноструктур на их основе

А.А. Ахкубеков

В монографии (152 стр., 2008 г.) обобщены результаты теоретических и экспериментальных исследований в области физики контактного плавления твердых растворов с металлами и электропереноса в контактных прослойках. Рассмотрен механизм начальной стадии контактного плавления на наноуровне. Описано влияние малых примесей щелочных металлов и постоянного электрического тока на скорость контактного плавления.

Для специалистов в области физики конденсированного состояния, теплофизики, материаловедения и металлургии, а также студентов и аспирантов соответствующих специальностей.

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

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

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

Перечень требований к оформлению материалов и условия представления статей для публикации

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

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

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

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

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

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

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

6. Плата с аспирантов за публикацию статей не взимается.

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

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

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

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

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

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

Приложение 1

Правила оформления материалов

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

Оформление текста статьи:

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

Графическое оформление статьи:

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

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

Оформление модулей:

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

Приложение 2

Структура статьи

УДК

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

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

Заглавие (на русском языке)
Заглавие (на английском языке)

Аннотация (на русском языке)
Аннотация (на английском языке)

Ключевые слова (на русском языке)
Ключевые слова (на английском языке)

Текст статьи (на русском языке)
Текст статьи (на английском языке)*

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

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

Контактная информация для переписки (на русском языке)

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

* для авторов из-за рубежа

Приложение 3

Примеры оформления библиографических ссылок

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

1. Описание книги одного автора

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

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

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

2. Описание книги четырех и более авторов

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

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

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

3. Описание статьи из журнала

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

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

4. Описание статьи из продолжающегося издания

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

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

5. Описание статьи из непериодического сборника

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

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

6. Описание статьи из многотомного издания

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

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

7. Описание диссертаций

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

8. Описание авторефератов диссертаций

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

9. Описание депонированных научных работ

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

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

10. Описание нормативных актов

(обязательны только подчеркнутые элементы)

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

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

11. Описание отчетов о НИР

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

12. Описание патентных документов

(обязательны только подчеркнутые элементы)

А. с. 1007970 СССР. МКИ[4] В 03 С 7/12. А 22 С 17/04. Устройство для разделения многокомпонентного сырья / Б.С. Бабакин, Э.И. Каухчешиили, А.И. Ангелов (СССР). №3599260/28-13; заявлено 2.06.85; опубл. 30.10.85. Бюл. №28. 2 с.

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

13. Описание электронных научных изданий

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

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

Приложение 4

Структура рецензии на статью

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

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

Редакция

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

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

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

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

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

Учредитель и издатель журнала ООО «ЦНТ «НаноСтроительство»

Дата опубликования 12 марта 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