

НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

научный Интернет-журнал

2009 • Том 1 • № 3

NANOTECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION

A Scientific Internet-Journal

2009 • Vol. 1 • no. 3

NANOTEHNOLOGII V STROITEL'STVE

nauchnyj Internet-zhurnal

2009 • Tom 1 • № 3

www.nanobuild.ru

e-mail: info@nanobuild.ru

В НОМЕРЕ:

- Обращение главного редактора издания к авторам и читателям
- Основные результаты исследований в выявлении роли нанонаполнителей в составе мелкозернистых бетонов
- О нанотехнологиях получения перспективных высококачественных сталей
- Анализ возможных направлений адаптирования дробильно-прессовой техники к требованиям промышленных нанотехнологий
- Об использовании нанотехнологий при производстве теплоизоляционных материалов нового поколения
- О перспективных разработках, представленных на IX Московском международном салоне инноваций и инвестиций
- Анализ патентной информации о нанодобавках и прикладных нанотехнологиях. Помощь в патентной деятельности
- Обзор международных мероприятий, посвященных нанотехнологиям
- Наноматериалы и нанотехнологии в научно-технической литературе

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, 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 — член Правления, руководитель направления экспертизы ГК «Роснанотех», доктор химических наук, профессор

КОРОЛЬ Елена Анатольевна — проректор МГСУ по научной работе, академик РИА, член-корреспондент РААСН, доктор техн. 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 ИГАСА, руководитель Ивановского отделения РИА, 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, 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», академик РИА и МИА, заслуженный строитель РФ, доктор технических наук, профессор

ИВАНОВ Леонид Алексеевич — зам. главного редактора электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал», академик МИА, канд. техн. наук

ИСТОМИН Борис Семёнович — ведущий сотрудник ЦНИИПромзданий, 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, профессор МГСУ

СОДЕРЖАНИЕ

Обращение главного редактора Интернет-журнала «Нанотехнологии в строительстве» Б.В. Гусева к авторам и читателям	5
Гусев Б.В., Минсадров И.Н., Мироевский П.В. и др. Исследование процессов наноструктурирования в мелкозернистых бетонах с добавкой наночастиц диоксида кремния.....	8
Кетов А.А. Нанотехнологии при производстве пеностеклянных материалов нового поколения	15
Шахпазов Е.Х., Гордиенко А.И., Зайцев А.И. и др. Нанотехнологии получения перспективных высококачественных сталей, основанные на управлении наноразмерными выделениями избыточных фаз. Часть 1	24
Гончаревич И.Ф. О повышении производительности и рентабельности промышленных нанотехнологий	36
Иванов Л.А. Мероприятия. Наноматериалы и нанотехнологии на IX Московском международном салоне инноваций и инвестиций.....	50
Кузьмина В.П. Патентный обзор. Нанотехнологии в строительстве	67
О наращивании интеллектуального капитала и его защите путем патентования.....	78
Строганова С. О наномероприятиях в мире	79
В мире книг. Научно-техническая литература. Наноматериалы и нанотехнологии.....	86
Перечень требований к оформлению материалов и условия представления статей для публикации	90

CONTENTS

The speech of the Internet-journal «Nanotechnologies in construction» editor-in-chief B.V. Gusev to the authors and readers.....	5
Gusev B.V., Minsadrov I.N., Miroevsky P.V. et al. Investigation of nanostructuring processes in fine-grained concretes with silicon dioxide nanoparticles admixture	8
Ketov A.A. Nanotechnologies at the novel stage manufacture of foamed glass materials.....	15
Shakhpazov E.Kh., Gordienko A.I., Zaitsev A.I. et al. The use of nanotechnologies for obtaining high-quality steels, based on the control over nanosized extractions of excess phases. Part 1	24
Goncharevich I.F. About the performance and efficiency increase for industrial nanotechnologies	36
Ivanov L.A. Events. Nanomaterials and nanotechnologies on the IX Moscow International Salon of Innovations and Investments.....	50
Kuzmina V.P. <i>The patent review.</i> Nanotechnologies in construction	67
On the build-up of intellectual capital and its protection by means of patenting	78
Stroganova S. About nano-events in the world	79
<i>In the world of the books.</i> Scientific and technical literature. Nanomaterials and technologies.....	86
The list of requirements to the material presentation and article publication conditions.....	90



Уважаемые авторы и читатели!

Идёт постепенное становление и развитие научного Интернет-журнала «Нанотехнологии в строительстве»: вышли три номера издания; журнал включен в систему Российского индекса научного цитирования и международную систему данных по периодическим изданиям; полнотекстовая версия материалов размещается на сайте издания и на сайте Научной электронной библиотеки, краткая информация о публикациях – на сайтах организаций-партнёров; издание участвовало в IX Московском международном салоне инноваций и инвестиций.

В Интернет-журнале «Нанотехнологии в строительстве» в №№ 1, 2 и 3 в 2009 году опубликовали материалы своих исследований ведущие ученые и специалисты Российской академии наук, Российской инженерной академии, Российской академии архитектуры и строительных наук, Международной инженерной академии, Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева, Воронежского государственного архитектурно-строительного университета, Московского государственного строительного университета, Московского государственного университета путей сообщения, Пермского государственного технического университета, Пензенского государственного университета архитектуры и строительства, Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана, Московского государственного университета инженерной экологии, Физико-технического института НАН Беларуси, Донецкого физико-технического института им. А.А. Галкина НАН Украины, НИЦ «Строительство», Института металлургии Уральского отделения РАН, Центрального научно-исследовательского института черной металлургии им. И.П. Бардина, Технологического института сверхтвёрдых и новых углеродных материа-

лов, Ассоциации «Железобетон», Международного союза экспертов и лабораторий по испытанию строительных материалов, систем и конструкций (РИЛЕМ), НИПТИ «Стройиндустрия», Нижегородского регионального центра наноиндустрии и др.

Редакция Интернет-журнала «Нанотехнологии в строительстве» установила и поддерживает взаимодействие с экспертным советом ГК «Роснанотех», на страницах издания публикуется информация о проектах, прошедших научно-техническую экспертизу в ГК «Роснанотех», освещается деятельность ГК «Роснанотех» в строительной отрасли. В статьях и в информационных блоках рубрик «Мероприятия», «Патентный обзор», «Научно-техническая литература», «Наномероприятия в мире», «Зарубежный опыт» и других публикуется информация по различным вопросам нанотехнологий и наноиндустрии в области строительства. Издание получило положительную оценку специалистов.

Журнал включен в систему Российского индекса научного цитирования, полнотекстовая версия материалов размещается на сайте издания (www.nanobuild.ru) и на сайте Научной электронной библиотеки (www.elibrary.ru), краткая информация о публикациях (авторы, название публикаций, аннотации, ключевые слова и контактная информация) размещается на сайтах организаций, с которыми сотрудничает редакция. Это позволяет значительно расширить площадку для обмена мнениями и получения самой передовой и достоверной информации о наноматериалах и нанотехнологиях. 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). А это означает, что Интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве» имеет уже и международное распространение.

Интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве» принял участие в IX Московском международном салоне инноваций и инвестиций (26–29 августа 2009 г., г. Москва, ВВЦ) – крупнейшем научно-техническом форуме изобретателей, разработчиков и производителей высокотехнологичной инновационной продукции. Мероприятие было организовано Министерством образования и науки Российской Федерации, Федеральным агентством по науке и инновациям, Федеральным агентством по образованию и правительством Москвы.

Среди участников и гостей салона были руководители и специалисты организаций и предприятий, ученые, преподаватели вузов, сотруд-

ники НИИ и научных центров из различных регионов России, стран ближнего и дальнего зарубежья, которые высоко оценили научно-технический уровень материалов и качество представления информации в издании.

Значительных успехов в становлении и развитии Интернет-журнала за столь короткий период времени удалось достигнуть благодаря высокому качеству авторских материалов, активной помощи членов редсовета и редколлегии, руководителей и специалистов организаций-партнёров, добросовестной работе сотрудников редакции.

Редакция искренне признательна и благодарна всем, кто принимал и принимает участие в работе издания: Евгению Михайловичу ЧЕРНЫШОВУ, Евгению Христофоровичу ШАХПАЗОВУ, Валерию Ивановичу ТЕЛИЧЕНКО, Олегу Ивановичу ЛОБОВУ, Сергею Владимировичу КАЛЮЖНОМУ, Вячеславу Рувимовичу ФАЛИКМАНУ, Дмитрию Александровичу РОТОТАЕВУ, Леопольду Игоревичу ЛЕОНТЬЕВУ, Елене Анатольевне КОРОЛЬ, Евгению Николаевичу МУХИНУ, Вере Павловне КУЗЬМИНОЙ, Игорю Фомичу ГОНЧАРЕВИЧУ, Александру Ивановичу ЗАЙЦЕВУ, Елене Дмитриевне БЕЛОМЫТЦЕВОЙ, Андрею Сергеевичу РЕЗНИЧЕНКО, Александру Анатольевичу КЕТОВУ, Ларисе Александровне БЕЛЯНЧИКОВОЙ, Дмитрию Владимировичу АБРЮТИНУ, Владимиру Петровичу ТРАМБОВЕЦКОМУ, Евгению Валерьевичу КОРОЛЁВУ, Светлане СТРОГАНОВОЙ, Евгению Викторовичу КОЛЕСОВУ и многим-многим другим.

Надеемся на Вашу помощь и дальнейшее сотрудничество!

Б.В. ГУСЕВ,
главный редактор Интернет-журнала «Нанотехнологии
в строительстве»,
президент Российской и Международной инженерных академий,
член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор

Б.В. ГУСЕВ *Исследование процессов наноструктурирования в мелкозернистых бетонах*

УДК 691.328:621.744.47

ГУСЕВ Борис Владимирович, чл.-корр. РАН, доктор техн. наук, профессор, РИА, Россия

МИНСАДРОВ Ильгиз Нурисламович, аспирант кафедры «Строительные материалы и технологии» МИИТ, Россия

МИРОЕВСКИЙ Петр Васильевич, зам. директора ЗАО НИПТИ «Стройиндустрия», Россия

ТРУТНЕВ Николай Степанович, доцент кафедры «Нanomатериалы и энергонасыщенные системы» МГУИЭ (МИХМ), Россия

GUSEV Boris Vladimirovich, corresponding member of RAS, Doctor of Engineering, professor, Russian Academy of Engineering, Russian Federation

MINSADROV Il'giz Nurislamovich, candidate of Constructional Materials and Technologies Department of Moscow State University of Railway Engineering, Russian Federation

MIROEVSKY Petr Vasilievich, deputy director of close corporation Scientific research design and technology institute «Stroyindustria», Russian Federation

TRUTNEV Nikolaj Stepanovich, assistant professor of Nanomaterials and capacious energy systems Department of Moscow State University of Environmental Engineering (MSUEE), Russian Federation

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ НАНОСТРУКТУРИРОВАНИЯ В МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ БЕТОНАХ С ДОБАВКОЙ НАНОЧАСТИЦ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ

INVESTIGATION OF NANOSTRUCTURING PROCESSES IN FINE-GRAINED CONCRETES WITH SILICON DIOXIDE NANOPARTICLES ADMIXTURE

Приведены основные результаты исследований в выявлении роли нанонаполнителей в составе мелкозернистых бетонов.

**The article presents the general results of investigations helded to de-
termine the role of nanofillers in fine-grained concretes.**

Ключевые слова: наноструктурирование, мелкозернистые бетоны, наночастицы диоксида кремния, нанокремнезём, нанонаполнители.

Key-words: nanostructuring, fine-grained concretes, silicon dioxide nanoparticles, nanosilica, nanofillers.

Объектом исследования были выбраны мелкозернистые бетоны для дорожных изделий с использованием портландцементов марок ПЦ500 ДО с расходом 450–500 кг/м³. Такие бетоны классом по прочности В30 и по морозостойкости F > 200 получают методом вибропрессования.

Авторам удалось путём совершенствования способов формирования с использованием микрочастиц диоксида кремния получить бетон прочностью до 70 МПа [1, 2]. В настоящее время ведутся работы по получению наночастиц диоксида кремния на дезинтеграторе оригинальной конструкции ГГ500нп.7 [3]. Уникальность данного измельчителя заключается в совершенно ином физическом подходе к помолу материалов, который при небольших энергозатратах позволяет получить тонкодисперсный порошок диоксида кремния.

Для лабораторных исследований был применён также нанокремнезём, полученный путём криохимических технологий в лаборатории нанопцентра Московского государственного университета инженерной экологии [4]. В исследованиях использовали портландцемент Вольский ПЦ500 ДО, в качестве заполнителя применен песок Тучковского месторождения модулем крупности $M_k = 2,8$ и кварцевые микронаполнители различных фракций.

Основная цель исследований состояла в получении высокопрочного бетона с высоким коэффициентом уплотнения за счёт использования эффективной гранулометрии составляющих компонентов бетона и силовых технологических приёмов. Также была поставлена цель, заключающаяся в выявлении определяющей роли нанонаполнителей в составе бетона.

Для решения этих задач предложена физическая модель получаемого наноструктурного бетона с использованием 3-фракционного наполнителя (рис. 1) [5]. Авторами была выдвинута гипотеза о том, что высокую плотность минерального скелета можно получить при условии, что соотношение объёмов каждой последующей фракции наполнителя к предыдущей составляет 7:3 (8:3) при диаметре частиц мелкой фракции в 8–10 раз меньше, чем крупной.

В работе использовался состав, указанный в таблице.

Цемент, кг/м ³	Песок, кг/м ³	Наполнитель, Н ₁ , кг/м ³	Наполнитель, Н ₂ , кг/м ³	Наполнитель, Н ₃ , кг/м ³	Вода, л	В/Т
477	1402	167	72	31	209	0,28

Б.В. ГУСЕВ Исследование процессов наноструктурирования в мелкозернистых бетонах

Согласно нашей гипотезе о максимальном заполнении пустот, количество тонкомолотых фракций песка определялось объёмом пустот предыдущей фракции. В результате использование микронаполнителей (Н) трёхфракционного состава ($H_1 = 6-7$ мкм, $H_2 = 0,6-0,7$ мкм, $H_3 = 50-90$ нм) позволило в лабораторных условиях получить бетон по прочности при сжатии порядка 130 МПа.

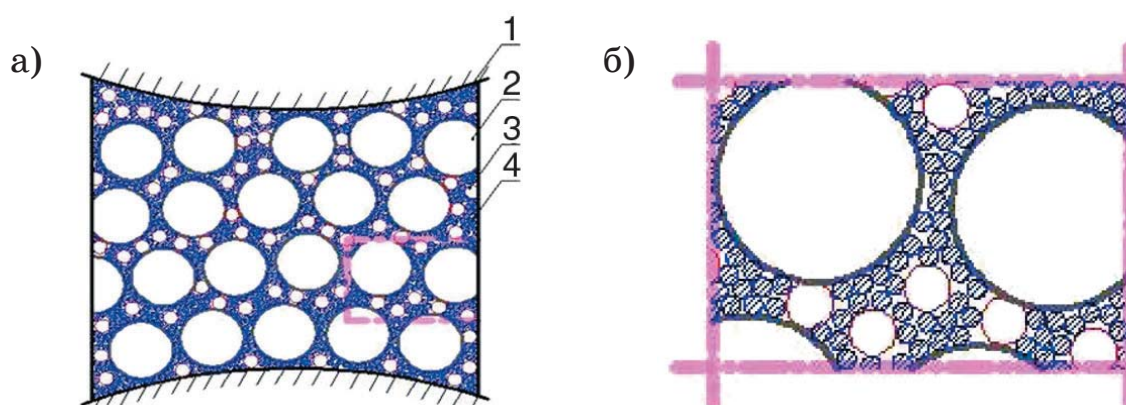


Рис. 1. Наноструктурирование мелкозернистых бетонов:

- а) фрагмент наноструктурирования: 1 – частицы песка; 2 – частицы цемента;
3 – тонкомолотые частицы песка; 4 – измельченные частицы нанопеска;
б) фрагмент наноструктуры пространства между частицами цемента

Структуру бетона изучали с помощью электронных микроскопов TESLA scanning electron microscope BS 340 и FEI Quanta 200 3D DualBeamtm. В зависимости от необходимой чёткости изображения, эти приборы позволяют работать в трёх режимах: высокого вакуума, низкого вакуума и естественной среды. Микроскопы обладают широким диапазоном увеличения – от $45\times$ до $100\,000\times$ раз.

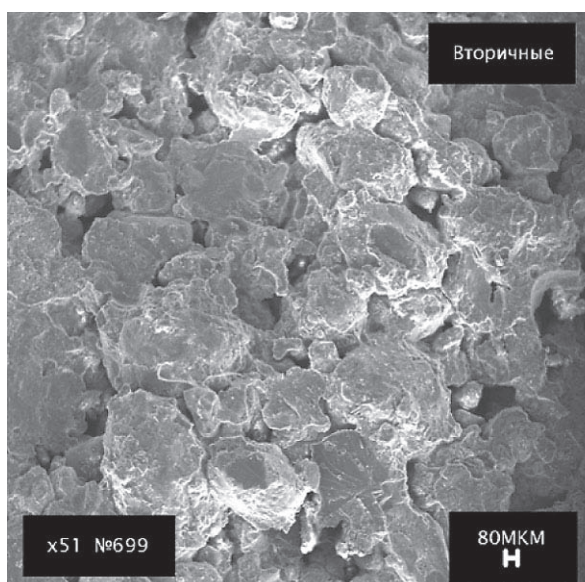
Так, на рис. 2 представлены структуры бетона без наполнителей и с их использованием. По представленным рисункам отчетливо видно, что образец «а» достаточно пористый. Характерна его мозаичная структура. Инертный материал полностью обволочен цементной составляющей. Образец «б» с добавлением микронаполнителя H_1 более плотный, поры практически отсутствуют, а трещины минимальны.

Для анализа эффекта нанонаполнителей при дальнейшем увеличении изображения образца «б» можно увидеть поверхность, усыпанную «усами» гидратных новообразований (рис. 3, 4). Причем это процесс не имеет локального характера и обеспечивает равномерную структуру по

Б.В. ГУСЕВ Исследование процессов наноструктурирования в мелкозернистых бетонах

всей поверхности образца. На рис. 4 на поверхности частички песка отчётливо видны игольчатые наросты порядка 0,1–0,3 мкм, что явно свидетельствует об активности нанонаполнителей.

а)



б)

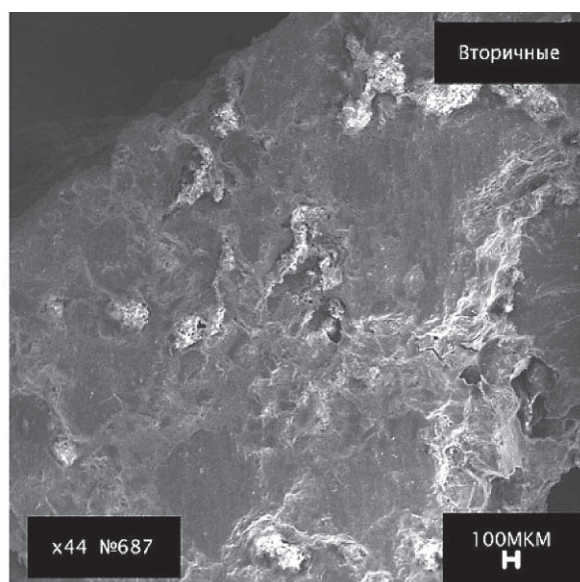


Рис. 2. Структура песчаного бетона:

а) без микро- и нанонаполнителя; б) с микро- и нанонаполнителем

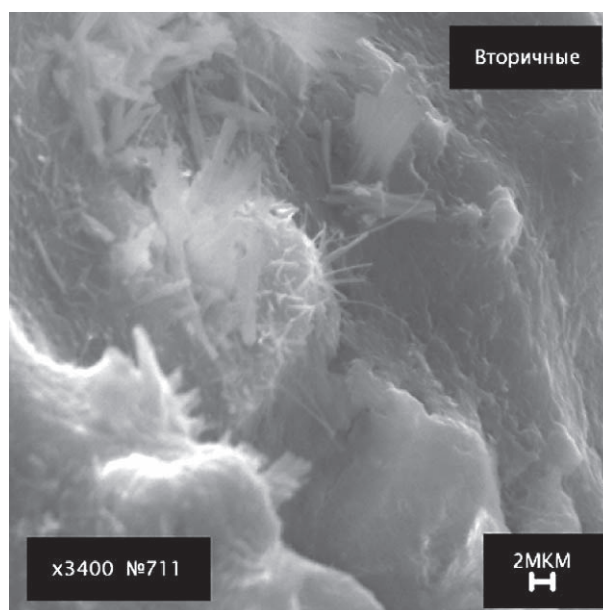


Рис. 3. Поверхность, усыпанная гидратными образованиями

Б.В. ГУСЕВ Исследование процессов наноструктурирования в мелкозернистых бетонах

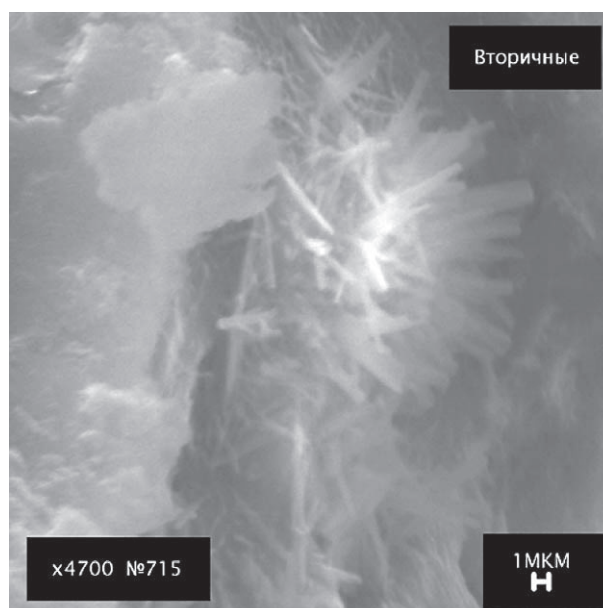


Рис. 4. Игольчатые наросты на поверхности частички песка

Наличие этих игольчатых наростов может свидетельствовать об увеличении прочностных характеристик материала, так как они выполняют армирующую роль в структуре бетона.

По дополнительным исследованиям, проведённым на микроскопе FEI Quanta 200 3D DualBeamtm, получены данные, подтверждающие появление тонких игольчатых кристаллогидратов с наночастицами диоксида кремния толщиной > 36 нм, которые принимают участие в структурировании цементной матрицы (рис. 5). Гирлянды из подобных наноразмерных игольчатых структур выполняют дискретное наноструктурирование цементных систем (рис. 6).

Однако, помимо армирующего эффекта, наблюдается агломерация нанонаполнителя из множества наночастичек в виде сфер (рис. 7). Это, скорее всего, характеризует степень активности наночастиц и их поверхностных сил, которые заставляют частички соединяться в такие формы. Такое агрегатирование происходит из-за недостаточно эффективного перемешивания бетонной смеси и наночастицы формируются в виде шаров диаметром 2–3 мкм, что свидетельствует о необходимости совмещения во времени режимов перемешивания и формования.

На основании данных исследований следует сделать вывод, что тонкомолотая составляющая (до 100 нм) песка начинает проявлять активность, образуя мосты, связывающие её с цементной матрицей, а также выполнять роль дискретного армирования.

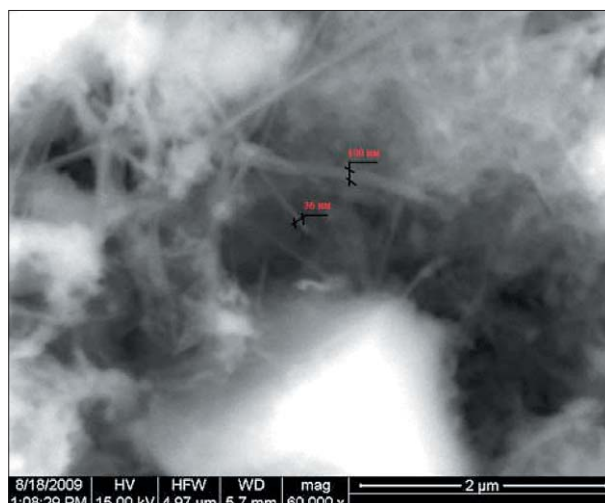


Рис. 5. Игольчатые кристаллогидраты с наночастицами диоксида кремния, участвующие в структурировании цементной матрицы

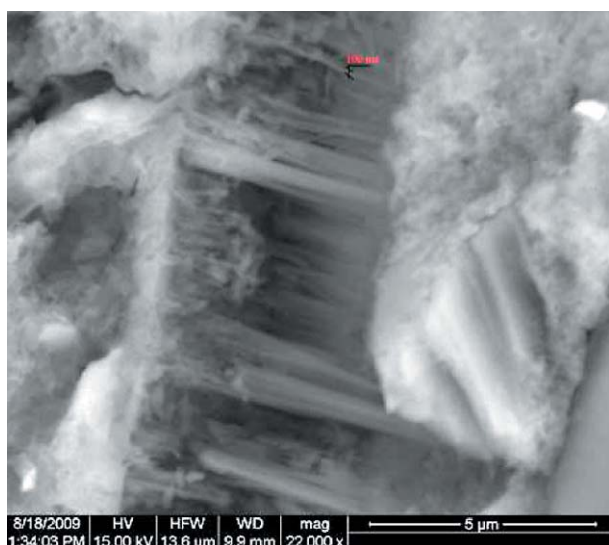


Рис. 6. Наноразмерные игольчатые структуры, выполняющие дискретное наноструктурирование систем

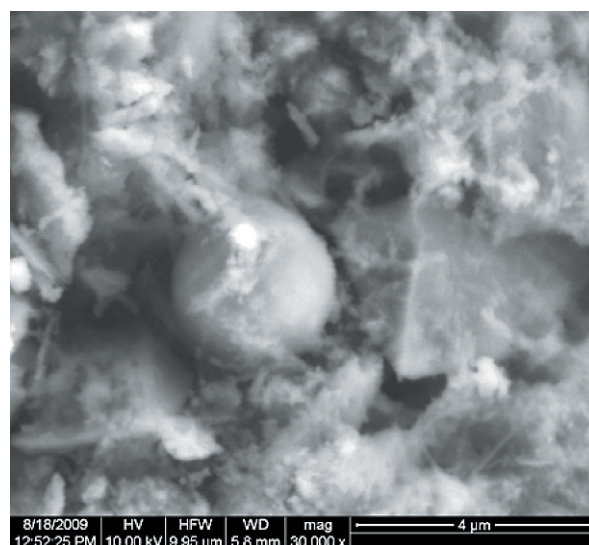


Рис. 7. Агломерация нанонаполнителя из множества наночастичек в виде сфер

В лабораторных условиях удалось получить материал с прочностью при сжатии в 3–4 раза больше обычного, используя, согласно нашей гипотезе о гранулометрии, введение нанодисперсных составляющих до 30 кг/м³ или 2–3% от массы цемента.

Библиографический список:

1. Гусев Б.В., Кудрявцева В.Д., Минсадров И.Н. Способы повышения технических характеристик мелкозернистых бетонов дорожных изделий // Транспортное строительство. 2009. №5. С. 18–19.
2. Гусев Б.В., Минсадров И.Н., Кудрявцева В.Д. и др. Малоэнергетические технологии производства изделий из мелкозернистого бетона // Надёжность и долговечность строительных материалов, конструкций и оснований фундаментов // Матер. V междун. конф. ВолгГАСУ. – Волгоград: ВолгГАСУ, 23–24 апреля, 2009. С. 13–19.
3. Патент №2053883 «Устройство для приготовления высококонцентрированной вяжущей суспензии».
4. Трутнев Н.С., Трусова Е.А. Синтез наноструктурированных композитов типа «оксид-силикат» с использованием криоэффекта // Функциональные наноматериалы и высокочистые вещества // Матер. I междун. конф. – Суздаль. 2008.
5. Гусев Б.В. Проблемы создания наноматериалов и развития нанотехнологий в строительстве // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. – www.nanobuild.ru. 2009. №2. С. 5–10.

Контактная информация для переписки:

Гусев Борис Владимирович – 125009, Москва, Газетный пер. 9/4; тел.: (495) 629-94-31; e-mail: info@nanobuild.ru.

Минсадров Ильгиз Нурисламович – 127994, Москва, ул. Образцова, 15; тел.: 8 (963) 759-99-89.

Мироевский Петр Васильевич – 105058, Москва, ул. Ткацкая, 46; тел.: 8 (926) 247-17-89.

Трутнев Николай Степанович – 105066, г. Москва, ул. Старая Басманная, дом 21/4; тел.: (499) 267-19-48.

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

KETOV Alexander Anatolievich, Doctor of engineering, professor, Russian Federation
Perm State Technical University

НАНОТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕНОСТЕКЛЯННЫХ МАТЕРИАЛОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

NANOTECHNOLOGIES AT THE NOVEL STAGE MANUFACTURE OF FOAMED GLASS MATERIALS

На примере технологии пеностеклянных материалов показано, что устаревшая научная и технологическая база приводит к стагнации производств и экономической нецелесообразности выпуска даже востребованных продуктов. Основанный на физико-химических свойствах сырья направленный синтез наноразмерных структур с комплексом заданных свойств позволяет не только развивать научные основы для новых экономически эффективных технологий известных продуктов, но и создавать новые перспективные материалы.

Using the example of the technology of foamed glass materials it is shown, that the out-of-date scientific and technological base leads to stagnation of manufactures and economic inexpediency of even demanded products. Based on physical-chemical properties of raw material the directed synthesis of nanostructures with a complex of the set properties, allows not only to develop scientific bases for new economically effective technologies of known products, but also to create new perspective materials.

Ключевые слова: нанотехнологии, строительство, теплоизоляционные материалы, пеностекло, наноуровень, макросвойства.

Key-words: nanotechnologies, construction, heat insulation materials, foamed glass, nanolevel, macro-properties.

Из всех видов теплоизоляции пеностекло является наиболее универсальным материалом, сочетающим высокие теплоизоляционные свойства с негорючестью, жесткостью, экологической безопасностью и практически неограниченным сроком эксплуатации.

Приоритет в создании пеностекла принадлежит России (30-е гг. XX в., школа академика И.И. Китайгородского). Основные принципы производства, технологические особенности и даже структура себестоимости продукции изложены в классических монографиях Б.К. Демидовича [1, 2]. Кроме того, ряд технологических вопросов отражен в работах [3, 4].

Технология производства пеностекла заключается в следующем. Силикатное натрий-кальциевое стекло измельчается до размера частиц менее 80 мкм, смешивается с пенообразующей добавкой углеродного или карбонатного типа, помещается в формы из жаропрочной стали и подвергается термообработке. При температуре 750–850°C частицы стекла спекаются, и одновременно в системе происходит выделение газа, вспенивающего композицию, обладающую в этих условиях необходимой вязкостью и пластичностью. Вспененное стекло охлаждается, отжигается, и готовые блоки разрезаются на изделия требуемой формы. Несмотря на кажущуюся очевидность и простоту технологии, три завода в России в начале 90-х гг. прекратили работу. Единственный работающий завод пеностекла остался на территории Белоруссии и входит в состав ОАО «Гомельстекло».

По нашему мнению, основная причина остановки производств пеностекла в России кроется в несовершенстве существовавшей технологии и, как следствие, в высоких издержках производства. Анализ особенностей порошковой технологии и формирования себестоимости на существовавших заводах позволил выявить ряд проблем.

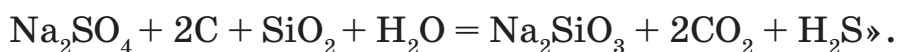
Прежде всего, порошковая технология предполагала жесткую привязку к сырью – стеклу определенной марки. Поэтому становилось весьма затруднительным использование добавок, позволяющих снизить влияние переменного состава стекла на качество продукции.

Механизм образования пеностекла по классической схеме налагает ряд ограничений на процесс. Во-первых, обязательная последовательность спекания и последующего газовыделения предъявляет особые требования к температуре размягчения стекла и свойствам

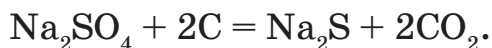
А.А. КЕТОВ Нанотехнологии при производстве пеностеклянных материалов нового поколения

газообразователя. Во избежание преждевременного разложения газообразователя обычно используют специальные стекла с широким температурным интервалом размягчения – так называемые «длинные» стекла.

Во-вторых, стекло должно содержать компонент, который при температурах процесса должен взаимодействовать с углеродом для обеспечения газообразования. Это опять же требует специально сваренного стекла. Обычно для этих целей используются сульфатные стекла. В упомянутой выше монографии Б.К. Демидовича приводятся преимущественно результаты исследований именно с такими стеклами. С помощью термодинамических расчетов автор доказывает, что «... реакция восстановления Na_2SO_4 твердым углеродом... в силикатном стекле в атмосфере водяных паров выглядит следующим образом:



Следует отметить, что в соответствии с приведенными Б.К. Демидовичем расчетами, в случае отсутствия или малого количества водяных паров, наиболее вероятным путем восстановления сульфатов является образование сульфидов:



Аналогичного мнения придерживается Ф. Шилл [4], который приводит следующую схему:



Во всех этих случаях принципиальным, с точки зрения химии, является тот факт, что окисленная сера S^{+6} , количество которой регламентируется в обычных силикатных стеклах и не представляет проблем для потребителя, в случае получения пеностекла переходит в восстановленную серу S^{-2} . В этом случае последняя присутствует в структуре готового материала либо в виде газа – сероводорода, либо в твердой фазе материала в виде соединений – сульфидов. Причем сульфиды при взаимодействии с парами воды, всегда содержащимися в воздухе, подвергаются реакции гидролиза, при которой в воздух выделяется все тот же сероводород.

А.А. КЕТОВ Нанотехнологии при производстве пеностеклянных материалов нового поколения

Таким образом, классическое пеностекло содержит в своем составе токсичный сероводород и его производство требует обязательной варки специального стекла – стекла, содержащего сульфат и имеющего широкий температурный интервал размягчения.

Другой проблемой являлась термообработка порошка, который обычно не только обладает значительно более низкой теплопроводностью, чем монолитный материал, но еще и подвергается уносу конвективными потоками в процессе нагрева, создавая дополнительные экологические и технологические задачи. Поэтому термообработка дисперсного материала обычно является процессом более затратным, чем термообработка аналогичного материала, но в монолитном изделии.

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

Именно на принципе быстрого охлаждения основано производство пеностеклянного щебня Schaumglas Schotter: пеностекло выходит из печи вспенивания на достаточно высокой скорости, дополнительно охлаждается, в результате чего растрескивается, и получается щебень. Но если в рамках классической порошковой технологии пеностекла еще существует принципиальная возможность получения пеностеклянного щебня, то вопрос о пеностеклянном гравии не может быть решен.

Поэтому основными задачами при разработке новой технологии было расширение сырьевой базы за счет использования различных стекол и отказ от применения серных соединений в технологии. Для решения этих задач посмотрим на синтез пеностекла с точки зрения энергетики и материального баланса. Оказывается, что в этом случае классическая технология пеностекла выглядит в высшей степени нерационально. Действительно, в процессе варки обычного стекла из него выделяется значительное количество газов, затем стекло охлаждается, диспергируется, в него вновь добавляются вещества, способствующие

газовыделению, и нагрев осуществляется повторно. Между тем известно, что силикатообразование и стеклообразование можно осуществлять и при более низких температурах [5] – как раз ориентировочно в температурной области синтеза пеностекла.

Синтез стекла при относительно невысоких для этого процесса температурах – 700÷850°C возможен, если в качестве кремнийсодержащего компонента использовать аморфные модификации оксида кремния. В то же время, именно пленка гидратированного оксида кремния образуется при ионном обмене Na^+ и Ca^{2+} на поверхности стекла.

Было установлено [6], что стекло в дисперсном состоянии легко подвергается активации с образованием на поверхности химически активной фазы гидратированного оксида кремния (поликремниевой кислоты). Для различных типов стекол количество вымываемого Na^+ представляет величину более 0,3 мг/г при дисперсности частиц стекла менее 0,1 мм.

В результате ионного обмена $\text{Na}^+ \leftrightarrow \text{H}^+$ на поверхности стекла образуется слой гидратированных поликремниевых кислот, фактически обладающих кислотными свойствами, достаточными для проведения золь-гель перехода, нанесенного на такую поверхность водного раствора растворимых силикатов. Внешне этот эффект проявляется как рост прочности композиций. Кроме того, полученный на поверхности частиц стекла слой гидратированных полисиликатов фактически представляет собой композицию из гидратированного оксида кремния и соединений Na^+ и Ca^{2+} в количествах, соответствующих составу типичного стекла. Последнее обстоятельство позволяет предположить, что нагрев композиций до температур низкотемпературного синтеза стекла, приведет к стеклообразованию в пленке, сопровождаемому газовыделением преимущественно паров воды.

Предположение о роли H^+ центров на поверхности стекла, необходимых для обеспечения золь-гель перехода, позволяет сделать вывод о наличии граничного значения толщины пленки полисиликатов, свыше которого нейтрализуются все H^+ центры и невозможно протекание золь-гель перехода. Это предположение подтверждается экспериментальными данными.

Так, на рис. 1 представлены зависимости прочности получаемых композиций от времени при выдержке в гидротермальных условиях при 60°C для различной толщины наносимых покрытий. Очевиден эффект падения прочности при увеличении толщины слоя сверх критич-

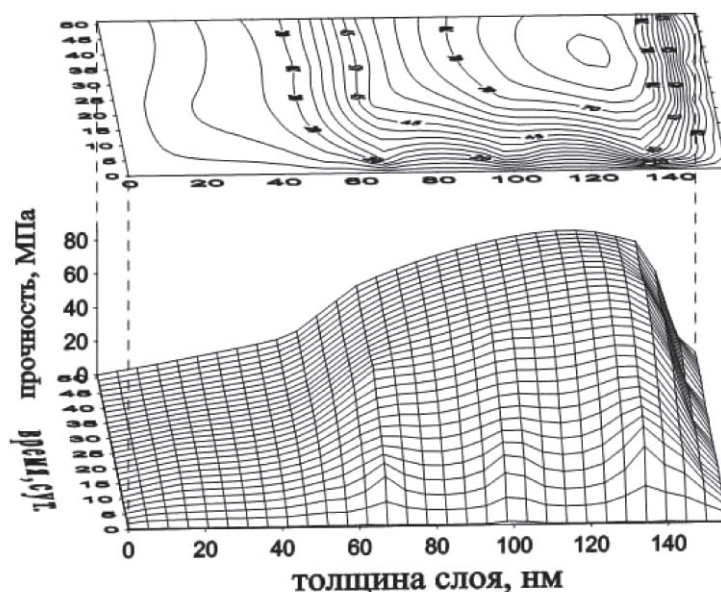


Рис. 1. Зависимость прочности композиций (МПа) от времени (сут) и толщины покрытия (нм)

ной величины при рассмотрении диаграммы прочности как функции от времени и толщины покрытия. Свыше значений толщины покрытий в 120–140 нм происходит резкое падение прочности композиций, то есть простое увеличение толщины сверх наноразмерной толщины не приводит к необходимому макросвойству – прочности.

Высокая степень влияния расчетной толщины покрытия на снижение прочности композиций после толщины 120–140 нм находится в соответствии с представлениями о механизме золь-гель перехода. Действительно, с точки зрения кислотно-основной теории всегда наблюдается резкое изменение свойств системы после достижения точки эквивалентности. В представленном случае золь-гель переход происходит за счет кислотно-основного взаимодействия кислотных центров Н-стекла поверхности и гидролитических гидроксид-ионов раствора полисиликата. После достижения точки эквивалентности и замещения всех H^+ центров поверхности, рН системы резко растет и золь-гель переход в системе становится невозможным.

Особенности силикатообразования в наноразмерном слое также можно наблюдать при использовании метода сканирующей электронной микроскопии. Так, на рис. 2 представлены фотографии типичного скола образца с наноразмерным покрытием, а на рис. 3 – фотографии

А.А. КЕТОВ Нанотехнологии при производстве пеностеклянных материалов нового поколения

такого образца кратковременно обработанного при 650°C, то есть при температуре, когда возможно начало взаимодействия между аморфным оксидом кремния и гидролитическим гидроксидом натрия в наноразмерном слое. Отчетливо прослеживается образование равномерного оплавленного слоя, обволакивающего первичные зерна дисперсного стекла и образование газовых пузырей в этом слое.

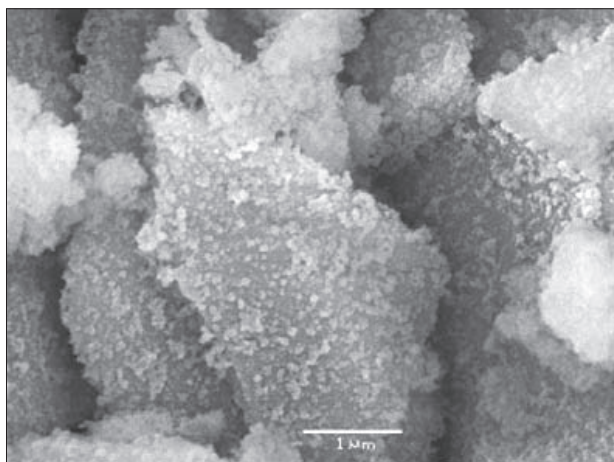


Рис. 2. Дисперсное стекло с наноразмерным покрытием

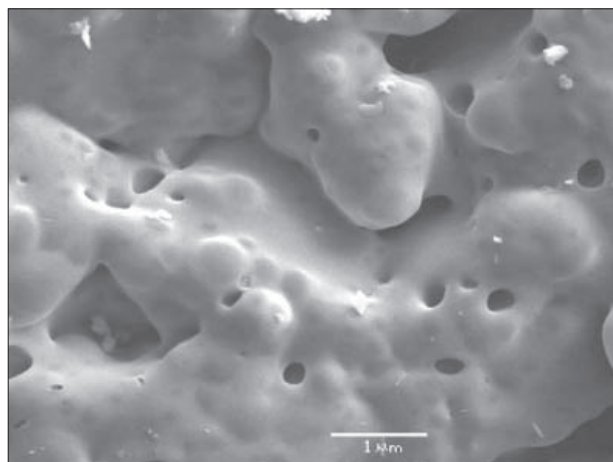


Рис. 3. Дисперсное стекло с наноразмерным покрытием после термообработки при 650°C

Очевидно, что дальнейшая термообработка образца должна привести к углублению процесса стеклообразования из наноразмерного слоя полисиликатов, росту газовых пузырей и, в конечном счете, к получению пеностекла.

Таким образом, использование ионообменной модификации дисперсного стекла позволяет создать на поверхности частиц наноразмерный слой, обладающий двумя характерными макросвойствами:

1. Наноразмерная пленка на поверхности дисперсного стекла до толщины 120–130 нм приводит к характерному макросвойству материала – росту прочности, что невозможно при увеличении толщины покрытия сверх указанных размеров. Пленка гидратированных полисиликатов в результате золь-гель процесса при температурах 20–100°C обеспечивает такое макросвойство системы как рост прочности (вязущие свойства) до 0,5–80 МПа.

2. При термообработке полуфабриката, представляющего собой композит из дисперсного стекла и связки в виде наноразмерного слоя

А.А. КЕТОВ Нанотехнологии при производстве пеностеклянных материалов нового поколения

полисиликатов, происходит стеклообразование в наноразмерном слое, сопровождающееся газовыделением, что на макроуровне наблюдается как увеличение кажущегося объема заготовки и получение пеностеклянного материала.

Представления о нанотехнологической модификации дисперсного стекла позволили разработать технологии утилизации несортowego стеклобоя и создания целой группы пеностеклянных материалов. Сущность разработанной технологии сводится к следующим основным принципам:

- дисперсное стекло обладает ионообменными свойствами и химически активно;
- за счет ионообменных свойств возможно нанесение гидратированного полисиликата на поверхность частиц дисперсного стекла;
- объемные свойства стекла (отличия в сортах стеклобоя) не оказывают существенного влияния на процесс синтеза пеностекла, так как последний зависит от свойств пленки гидратированных полисиликатов на поверхности частиц;
- для создания пеностекла достаточно газовыделения при низкотемпературном синтезе (700–850°C) стекла гидратированного полисиликата на поверхность частиц дисперсного стекла;
- выделяющаяся вода при низкотемпературном синтезе стекла может служить окислителем для увеличения газовыделения;
- продукт может подвергаться частичной кристаллизации.

В результате развития данной теории были разработаны технологии для получения целого ряда продуктов при использовании в качестве сырья несортowego стеклобоя или низкосортного стекла.

В этом случае проблема создания вяжущих композиций на основе дисперсного стекла представляет интерес как с точки зрения утилизации стеклобоя [7], так и получения качественного полупродукта в технологии пеностекла, причем различные варианты модификации технологии позволяют производить такие продукты как блочное пеностекло [8], гранулированное пеностекло, мелкогранулированное пеностекло и облицовочное пеностекло [9]. То есть, возможно освоение продуктов, экономическая целесообразность которых очевидна фактически во всех конструктивных элементах зданий, а также в дорожных одеждах.

Уважаемые коллеги!

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

Кетов А.А. Нанотехнологии при производстве пеностеклянных материалов нового поколения // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2009, Том 1, № 3. С. 15–23. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_3_2009.pdf (дата обращения: ____).

Dear colleagues!

The reference to this paper has the following citation format:

Ketov A.A. Nanotechnologies at the novel stage manufacture of foamed glass materials. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2009, Vol. 1, no. 3, pp. 15–23. Available at: http://www.nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_3_2009.pdf (Accessed ____). (In Russian).

Библиографический список:

1. Демидович Б.К. Пеностекло. Минск: Наука и техника. 1975. 248 с.
2. Демидович Б.К. Производство и применение пеностекла. Минск: Наука и техника. 1972. 301 с.
3. Китайгородский И.И., Кешишян Т.Н. Пеностекло. М.: Промстройиздат. 1953. 80 с.
4. Шилл Ф. Пеностекло. М.: Стройиздат. 1965. 307 с.
5. Мелконян Р.Г. Аморфные горные породы и стекловарение. М.: НИИ-Природа, 2002. 264 с.
6. Кетов П.А., Пузанов С.И., Корзанов В.С. Использование вяжущих свойств дисперсных силикатных стекол при утилизации стеклобоя // Строительные материалы. 2007. №5. С. 66–67.
7. Puzanov A.I., Puzanov S.I., Ketov A.A. Utilization of Glass Cullet for the Production of Building Materials // Role for Concrete in Global Development: Proceeding of the International Conference / Dundee. United Kingdom. 2008. P. 317–324.
8. Кетов А.А., Пузанов И.С., Саулин Д.В. Опыт производства пеностеклянных материалов из стеклобоя // Строительные материалы. 2007. №3. С. 70–72.
9. Кетов А.А., Пузанов И.С., Саулин Д.В. Тенденции развития технологии пеностекла // Строительные материалы. 2007. №9. С. 28–31.

Контактная информация для переписки:

e-mail: ketov@penosytal.ru

УДК 541.11

ШАХПАЗОВ Евгений Христофорович¹, доктор техн. наук, профессор;
ГОРДИЕНКО Анатолий Илларионович², доктор техн. наук, академик НАН Беларуси;
ЗАЙЦЕВ Александр Иванович¹, доктор физ.-мат. наук, профессор;
РОДИОНОВА Ирина Гавриловна¹, доктор техн. наук;
КРЫЛОВ-ОЛЕФИРЕНКО Виктор Васильевич², канд. техн. наук;
ШАПОШНИКОВ Николай Георгиевич¹ канд. хим. наук

SHAKHPAZOV Evgenij Khristoforovich³, Doctor of Engineering, professor;
GORDIENKO Anatoliy Illarionovich⁴, Doctor of Engineering, member of the NAS of Belarus;
ZAITSEV Aleksandr Ivanovich³, Doctor of Physics and mathematics, professor;
RODIONOVA Irina Gavrilovna³, Doctor of Engineering;
KRYLOV-OLEFIRENKO Victor Vasilievich⁴, Ph.D. in Engineering;
SHAPOSHNIKOV Nikolaj Georgievich³, Ph.D. in Chemistry

НАНОТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ СТАЛЕЙ, ОСНОВАННЫЕ НА УПРАВЛЕНИИ НАНОРАЗМЕРНЫМИ ВЫДЕЛЕНИЯМИ ИЗБЫТОЧНЫХ ФАЗ

Часть 1

THE USE OF NANOTECHNOLOGIES FOR OBTAINING HIGH-QUALITY STEELS, BASED ON THE CONTROL OVER NANOSIZED EXTRACTIONS OF EXCESS PHASES

Part 1

Быстрый рост требований к уровню и стабильности технологических, механических, физико-химических характеристик металлопродукции различного назначения обусловил необходимость использования принципиально новых методов их достижения. При этом ключевая роль в обеспечении необходимого фазового состава и структурного состояния металла отводится наноразмерным неметаллическим выделениям, формирование которых должно происходить в строго регламентированных условиях на определенных стадиях обработки стали.

¹ Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина» (ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина»)

² Государственное научное учреждение «Физико-технический институт Национальной академии наук Беларуси» (ГНУ ФТИ НАН Беларуси)

³ Federal state unitary enterprise «Bardin central scientific research institute of ferrous metallurgy»

⁴ Federal scientific institution «Institute of Physics and Technology of NAS of Belarus»

Rapid growth of requests to the level and stability of technological, mechanical, physicochemical characteristics for metal production of different aims has lead to the necessity to use absolutely new methods for their realization. At the same time the key role to provide the proper phase composition and structural state of metal belongs to nanosized non-metal extractions which formation is to occur under strictly regulated conditions at the certain steel processing stages.

Ключевые слова: нанотехнологии, массовые высококачественные стали, наноразмерные частицы, металлургия, наноструктурная составляющая, фаза, неметаллические включения.

Key-words: nanotechnologies, mass high-quality steels, nanosized particles, metallurgy, nanostructural component, phase, non-metal incorporations.

В настоящее время развитие конструкционных и функциональных материалов на основе железа осуществляется в условиях всевозрастающего конкурентного давления со стороны бурно развивающегося производства сплавов легких металлов, полимеров, керамики, стекла, композитов и т.п. Например, как свидетельствуют результаты недавно прошедшей Международной конференции «Трубы в строительстве и коммунальном хозяйстве», использование стальных труб в данной области резко снижается и во многих случаях составляет всего 1/2–2/3 от общего объема потребления. Традиционным при оценке достоинств того или иного материала является отнесение единицы полезного показателя к единице массы или затрат. В этом отношении железу присущи две принципиально противоположные характеристики. Первая, отрицательная, связана с относительно высокой плотностью и низкой коррозионной стойкостью, а вторая, положительная, обусловлена широкой распространенностью в природе, доступностью и низкой стоимостью. В результате, усилия исследователей и ученых концентрируются в основном на осуществлении возможности использования в полной степени второго обстоятельства, при максимальном исключении последствий отрицательного влияния первого, то есть, на стремлении резкого повышения уровня служебных свойств.

Например, представленная в таблице динамика роста требований к основным служебным характеристикам (штампуемости, прочности, коррозионной стойкости) автолистовых сталей свидетельствует об их увеличении в несколько раз. Аналогичная тенденция имеет место для второй, не менее значимой группы массовых высококачественных сталей – штрипсового металла для труб большого диаметра.

Отмеченная тенденция привела к необходимости поиска новых, принципиально отличных методов достижения высоких технологических, механических физико-химических характеристик металла. Если раньше обеспечение многих необходимых показателей достигалось в основном за счет изменения концентрации углерода в стали, то в настоящее время для этой цели используют, как правило, сложные системы микролегирующих добавок при четко выраженной тенденции постоянного снижения концентрации углерода в металле.

Такой прогрессивный путь развития металлургии можно образно представить как движение в направлении перехода от сталей к сплавам железа. При этом ключевая роль в достижении необходимого фазового состава и структурного состояния металла отводится наноразмерным неметаллическим выделениям, формирование которых должно происходить в строго регламентированных условиях на определенных стадиях обработки металла.

Развитие металлургии и материаловедения стали в указанном направлении можно отнести к области нанотехнологий, поскольку, согласно современному пониманию, нанотехнологии – это производственные процессы, в которых необходимые служебные характеристики материала достигаются путем управления наноразмерными объектами. В зависимости от используемого метода и параметров ведения процесса возможно получение как полной или преобладающей, так и малой доли наноструктурной составляющей объемного материала.

К наиболее перспективным направлениям реализации нанотехнологического подхода в массовом металлургическом производстве относится развитие технологий, которые базируются на управлении типом, дисперсностью, морфологией, количеством и распределением выделений избыточных неметаллических фаз или, другими словами, на инженерии неметаллических включений. В целом такого рода образования могут оказывать экстремально большие, как положительные, так и отрицательные, воздействия на служебные характеристики готовой металлопродукции [1, 2]. Технологии, построенные на принципе управ-

Эволюция требований и потребительских свойств автолистовых сталей и пути достижения качественно нового уровня

Показатель, ед. измерения	Эволюция требований			Пути достижения качественно нового уровня
	Прошлые	Настоящее	Будущее	
Штампуемость – коэффициент нормальной пластичной анизотропии, r	1,5–2,0	2,0–2,2	2,3–2,5	Использование сверхнизкоуглеродистых сталей с точным химическим составом и низким содержанием вредных примесей.
Прочность – временное сопротивление σ_v , Н/мм ²	≤ 300	300–600	> 600 (до 1000 и более)	Освоение производства высокопрочных сталей с традиционными механизмами упрочнения и перспективных многофазных сталей (ДФМС, Трип-, многофазных, мартенситных) с постепенным увеличением доли использования перспективных высокопрочных сталей.
Коррозионная стойкость Гарантийные сроки отсут- ствия: – косметической коррозии, годы – перфорирующей коррозии, годы	Требования не предъявлялись			1. Повышение коррозионной стойкости автолистовых сталей путем оптимизации химического состава, микроструктуры, повышения чистоты по неметаллическим включениям. 2. Использование цинковых, железцинковых и др. видов покрытий. 3. Повышение качества лакокрасочных покрытий.

ления наноразмерными частицами избыточных фаз на разных этапах (переделах) стали, в настоящее время могут стать ключевым инструментом прорывного повышения комплекса свойств массовой металлопродукции.

Результаты многочисленных детальных исследований показывают, что важнейшее влияние на структуру и свойства холоднокатаного проката оказывают неметаллические частицы, образующиеся на различных этапах технологии. Причем влияние включений, которые можно наблюдать в оптическом микроскопе, как правило, несущественно.

Основное воздействие на формирование структуры и свойств оказывают более мелкие частицы сульфидов, карбидов, нитридов, карбонитридов, формирование которых происходит в твердой стали в процессе различных технологических переделов. С уменьшением размеров частиц, особенно при переходе в наноразмерную область (менее 0,1 мкм), их влияние на структуру и свойства, как правило, усиливается: измельчается зеренная структура, повышаются прочностные характеристики и твердость, снижается штампуемость, достигаются экстремальные значения ряда физических и физико-химических свойств, в частности, магнитной индукции насыщения, коррозионной стойкости, причем влияние проявляется и в горячекатаном подкате, и в холоднокатаном прокате.

Создание условий для формирования определенного типа, количества и размеров частиц является важнейшим инструментом, позволяющим воздействовать на комплекс механических характеристик различных видов металлопродукции, в том числе автолистовых сталей («мягких» углеродистых типа 08Ю, сверхнизкоуглеродистых повышенной штампуемости (IF), термоупрочняемых или сталей с ВН-эффектом, высокопрочных низколегированных – HSLA и др.), производство и использование которых приобретает все большее значение. Для одних сталей требуется повышение прочности, что позволяет уменьшить массу автомобиля, обеспечить законодательные требования по безопасности, снизить расход топлива, улучшить экологию, для других – увеличение штампуемости.

Хотя «мягкая» низкоуглеродистая сталь типа 08Ю разработана давно и на первый взгляд кажется хорошо изученной, на проблемах ее производства следует остановиться по целому ряду причин. Прежде всего, потому, что объем мирового производства подобных материалов исчисляется величинами в десятки миллионов тонн в год. Кроме того, в

последнее время на многих металлургических предприятиях возникли проблемы, связанные с обеспечением требуемого комплекса свойств, обусловленные не только повышением уровня требований, но и изменениями в технологиях сталеплавильного и прокатного переделов. Важно, что многие подходы, применяемые при оптимизации технологии производства стали 08Ю, имеют универсальное значение и могут быть использованы и для повышения комплекса свойств сталей других марок, в том числе низколегированной повышенной прочности (HSLA).

Из анализа механизмов упрочнения автолистовых углеродистых и низколегированных сталей следует, что к основным относятся:

- твердорастворное упрочнение;
- упрочнение измельчением зерна;
- дисперсионное твердение (упрочнение дисперсными частицами);
- упрочнение путем создания в ферритной матрице высокопрочных структурных составляющих.

По крайней мере, в двух из перечисленных механизмов решающую роль играют процессы растворения и выделения неметаллических фаз, а также морфология их частиц. Это, во-первых, механизм дисперсионного твердения, где сами частицы, в зависимости от их морфологии, могут непосредственно участвовать в торможении дислокаций в процессе деформации, вызывая, тем самым, упрочнение стали. Во-вторых, это влияние частиц определенного размера и опять-таки условий их выделения на размер зерна. В принципе и упрочнение по первому механизму зависит от условий образования и растворения частиц, так как эти процессы определяют содержание упрочняющего элемента в твердом растворе (причем это относится и к элементам внедрения, и к элементам замещения).

Общим для подавляющего большинства автолистовых материалов (и других массовых высококачественных сталей) является присутствие в них частиц нитрида алюминия и сульфида марганца. Указанные частицы, в зависимости от условий выделения и морфологии, могут существенно влиять на характеристики зеренной структуры и свойства, а именно: приводить к повышению или, наоборот, к снижению прочности, к повышению или понижению штампуемости, обеспечивать заданный уровень ВН-эффекта и определять склонность металла к естественному старению из-за изменения содержания примесей внедрения (углерода и азота) в твердом растворе.

Поскольку характер влияния частиц AlN и MnS на структуру и свойства практически одинаков для ряда разных типов сталей, а в слу-

чае стали 08Ю отсутствуют вклады, связанные с воздействием частиц и структурных составляющих другой природы, целесообразно рассмотреть возможности управления выделением указанных соединений именно на примере стали 08Ю.

Представленные ниже данные были получены при использовании комплексного подхода к исследованию условий формирования частиц и их влиянию на свойства, который включал термодинамический анализ (расчет) температурных интервалов выделения частиц, электронно-микроскопическое исследование их морфологии, определение содержания примесей внедрения в твердом растворе методом внутреннего трения (на разных этапах производственного цикла), комплексные металлографические исследования, а также механические испытания, в том числе до и после естественного и искусственного старения [3–5]. В результате механизм формирования структуры и свойств стали 08Ю может быть представлен следующим образом.

В непрерывнолитых заготовках из стали 08Ю после их охлаждения присутствуют неметаллические включения, в том числе частицы AlN и MnS . В процессе нагрева слэбов под прокатку практически весь азот переходит в твердый раствор из-за полного растворения AlN . Сульфид марганца, как правило, растворяется лишь частично и только при очень низких содержаниях серы полностью. Выделение (довыделение) рассматриваемых фаз происходит при последующих технологических операциях: прокатка, смотка, холодная деформация, рекристаллизационный отжиг.

Важнейшим фактором, определяющим структуру и свойства холоднокатаного проката, являются условия выделения частиц AlN . Для концентраций кислоторастворимого алюминия $[\text{Al}]$ и азота $[\text{N}]$, характерных для сталей 08Ю текущего производства, термодинамическая температура начала выделения (T_n) нитрида алюминия изменяется в пределах $\sim 950\text{--}1200^\circ\text{C}$. Реальная область температур выделения этой фазы значительно ниже. Так, для $[\text{Al}]$ и $[\text{N}]$, равных 0,048 и 0,005%, соответственно, T_n составляет $\sim 1150^\circ\text{C}$, а пик С-образной кинетической кривой расположен вблизи 800°C [6].

Для формирования благоприятной микроструктуры и текстуры в процессе рекристаллизационного отжига в колпаковых печах необходимо обеспечить сохранение азота в твердом растворе перед отжигом в количестве не менее 0,0012%, для чего следует ограничить степень завершенности реакции выделения AlN в процессе горячей прокатки

и последующего охлаждения. В этом случае завершение образования AlN при отжиге протекает путем образования наночастиц (рис. 1) на начальных стадиях рекристаллизации, что способствует ее торможению и, таким образом, формированию вытянутого зерна и благоприятной текстуры.

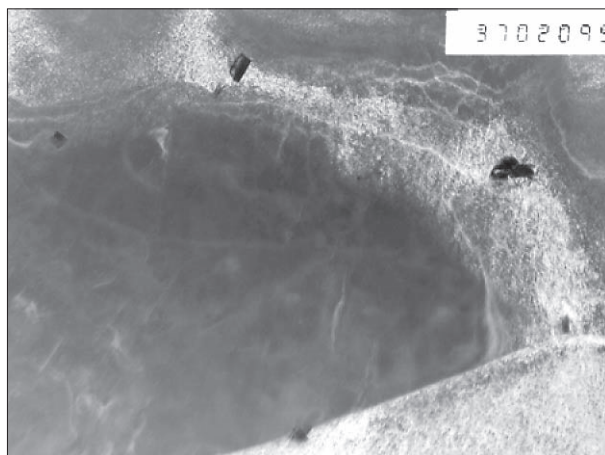


Рис. 1. Наноразмерные выделения AlN в стали 08Ю (x37000)

Одним из важнейших факторов, обуславливающих подавление выделения значительного количества нитрида алюминия при операциях, которые предшествуют холодной деформации, является оптимизация содержаний кислоторастворимого алюминия и азота, которые обеспечивают необходимые количества и кинетические условия выделения AlN. Увеличение времени пребывания металла в интервале температур выделения AlN, к которому приводят пониженные скорости прокатки в чистой группе клетей, увеличение времени между окончанием прокатки и началом ускоренного охлаждения, повышение температуры смотки, а также увеличение обжатий в последней клетке, являются факторами, повышающими вероятность выделения AlN в процессе прокатки, что может проявиться, главным образом, при высоких (> 10) значениях отношения $[Al]/[N]$. При более низких величинах значений $[Al]/[N]$ влияние указанных факторов на содержание азота в твердом растворе и на свойства холоднокатаного проката выражено в меньшей степени.

Для максимального сохранения азота в твердом растворе следует ограничивать степень обжатия в последней клетке величиной не более 13%, а душирование проводить, начиная с первых секций душирующей установки. Увеличение скоростей прокатки в чистой группе клетей также может привести к дополнительному сохранению азота в твердом

растворе, что положительно скажется на конечных свойствах. Увеличение степени обжата при холодной прокатке до 70% и выше приводит к более интенсивному процессу выделения частиц нитрида алюминия на начальных стадиях рекристаллизации, что повышает штампуемость. Малые степени деформации при холодной прокатке полосы большой толщины (около 2 мм) являются основной причиной получения сравнительно более прочного проката. Режим отжига предлагается назначать в соответствии со следующими рекомендациями: обеспечивать быстрый нагрев до 500°C с замедлением скорости нагрева в интервале температур 450–550°C. Это приводит к опережающей рекристаллизации выделения частиц AlN, что благоприятно влияет на характеристики микроструктуры и текстуры проката и обеспечивает его высокую штампуемость.

Количество сульфида марганца, которое сохраняется в рассматриваемой стали при температуре нагрева под прокатку (исходное состояние для последующего выделения/довыделения), изменяется в широких пределах. Равновесная доля сульфида марганца в сталях типа 08Ю достигает своего предельного значения при температуре ~1050°C. При этом доля довыделяющегося в ходе охлаждения MnS изменяется незначительно. Высокие значения температур нагрева и значительно ее превышающие температуры полного растворения MnS дают основание полагать, что выделение частиц MnS в основном заканчивается в процессе горячей прокатки.

Окончательное количество и размеры частиц будут определяться характером исходного состояния, а также скоростью охлаждения металла при прокатке в черновой группе и в промежутке между черновой и чистовой группами. Эта скорость зависит от общего уровня температур при прокатке в черновой группе, от толщины раската в указанном интервале температур, а также от других факторов – скорости прокатки, использования экранов (энкопанелей) и других технологических приемов, влияющих на температуру раскатов.

Косвенной характеристикой скорости охлаждения металла является температура за последней клетью черновой группы, значения которой на большинстве непрерывных станов меняются в интервале температур 1060–1130°C.

Присутствие большого количества наноразмерных частиц MnS (размером менее 0,1 мкм), формирующихся преимущественно по механизму зарождения и роста в сталях с очень низкой концентрацией

серы (рис.2), приводит к упрочнению и ухудшению штампуемости. Это обуславливает необходимость регламентировать нижний предел содержания серы. Кроме того, для гарантированного получения холоднокатаного проката высших категорий необходимы специальные технологические приемы, направленные на укрупнение частиц MnS в процессе прокатки и последующего охлаждения. Это, в частности, понижение скорости охлаждения металла в температурном интервале выделения MnS за счет:

- увеличения толщины раскатов за черновой группой клетей;
- повышения температуры металла за черновой группой клетей;
- использования теплозащитных энкопанелей между черновой и чистой группами клетей.

При росте величины произведения $[Mn] \times [S]$ доля сульфида марганца, присутствующая при нагреве, возрастает. В этих условиях довыделение MnS все в большей степени происходит путем роста уже существующих частиц. Это укрупнение благоприятно для формирования желаемых свойств, но до некоторого предела. Увеличение общего количества частиц в рассматриваемом случае сульфида марганца может способствовать измельчению зерна из-за роста мест зарождения новых зерен при рекристаллизации холоднокатаного металла. Поэтому для обеспечения штампуемости на уровне наиболее высоких категорий вытяжки требуется ограничение верхнего значения произведения $[Mn] \times [S]$ величиной порядка 0,0035–0,004, причем оптимальное значение произведения находится в диапазоне 0,0025–0,0035. При оптимальных величинах $[Mn] \times [S]$ после нагрева под прокатку в стали сохраняется 30–70% от максимально возможного количества MnS.

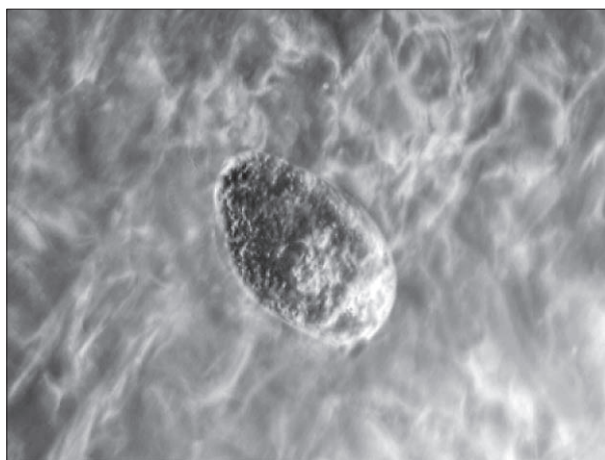


Рис. 2. Наноразмерные выделения MnS в стали 08Ю (x20000)

Немаловажное значение для достижения желаемых свойств имеет также величина отношения $[Mn]/[S]$. Увеличение этого отношения, вероятно из-за ускорения коалесценции, способствует формированию равномерного распределения частиц MnS при уменьшении их плотности.

Таким образом, для повышения штампуемости холоднокатаного проката стали 08Ю в процессе горячей прокатки требуется, с одной стороны, ограничить степень завершенности реакции выделения нитрида алюминия при операциях, предшествующих холодной деформации, чтобы обеспечить формирование наноразмерных частиц AlN при рекристаллизационном отжиге в колпаковых печах. С другой – необходимо предупредить выделение наноразмерных частиц сульфида марганца (менее 0,1–0,2 мкм) и/или ограничить количество более крупных выделений, а также обеспечить равномерность распределения.

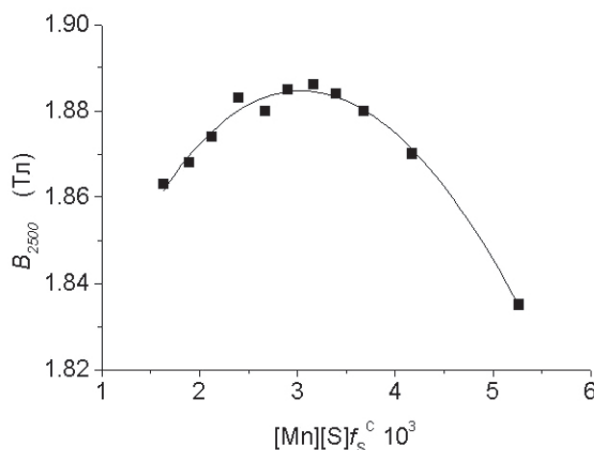


Рис. 3. Корреляция между магнитной индукцией анизотропной электротехнической стали (лист толщиной 0,35 мм) и термодинамическим фактором, контролирующим выделение частиц MnS

Напротив, при производстве электротехнических сталей именно выделение наноразмерных частиц сульфида марганца позволяет получить экстремально высокие показатели магнитной индукции насыщения, а преобладание процессов роста и коалесценции ухудшает служебные характеристики материала (рис. 3) [7].

Уважаемые коллеги!

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

Шахпазов Е.Х., Гордиенко А.И., Зайцев А.И. и др. Нанотехнологии получения перспективных высококачественных сталей, основанные на управлении наноразмерными выделениями избыточных фаз. Часть 1 // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2009, Том 1, № 3. С. 24–35. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_3_2009.pdf (дата обращения: _____).

Dear colleagues!

The reference to this paper has the following citation format:

Shakhpazov E.K., Gordienko A.I., Zaitsev A.I. et al. The use of nanotechnologies for obtaining high-quality steels, based on the control over nanosized extractions of excess phases. Part 1. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2009, Vol. 1, no. 3, pp. 24–35. Available at: http://www.nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_3_2009.pdf (Accessed _____). (In Russian).

Библиографический список:

1. Зайцев А.И., Родионова И.Г., Карамышева Н.А. и др. Оптимизация технологии производства автолистовой стали 08Ю на базе физико-химических принципов ковшовой обработки стали // *Металлург*. 2007. №8. С. 58–65.
2. Родионова И.Г., Бакланова О.Н., Зайцев А.И. и др. О роли неметаллических включений в ускорении процессов локальной коррозии нефтепромысловых трубопроводов из углеродистых и низкоуглеродистых сталей // *Металлы*. 2004. №5. С. 13–18.
3. Родионова И.Г., Шапошников Н.Г., Ефимова Т.М. и др. Разработка способов управления структурой и свойствами холоднокатаного металла для повышения выхода годного и стабилизации механических характеристик // *Металлург*. 2007. №2. С. 51–59.
4. Родионова И.Г., Шапошников Н.Г., Эндель Н.И. и др. Условия образования нитридной и сульфидной фаз в сталях для глубокой вытяжки. Часть I. Нитрид алюминия // *Проблемы черной металлургии и материаловедения*. 2008. №3. С. 60–67.
5. Родионова И.Г., Шапошников Н.Г., Эндель Н.И. и др. Условия образования нитридной и сульфидной фаз в сталях для глубокой вытяжки. Часть II. Сульфид марганца // *Проблемы черной металлургии и материаловедения*. 2008. В печати.
6. Родионова И.Г., Сарак В.И., Суворова С.О. и др. Условия предотвращения старения автолистовой стали 08Ю после непрерывного отжига // *Сталь*. 1986. №1. С. 71–74.
7. Kononov A.A., Mogutnov B.M. Effect of Carbon on Precipitation of MnS Inhibitor in Grain-oriented 3% Silicon-steel // *ISI International*. 1999. V.39. N1. P. 64–68.

И.Ф. ГОНЧАРЕВИЧ *О повышении производительности и рентабельности промышленных нанотехнологий*

УДК 69

ГОНЧАРЕВИЧ Игорь Фомич, академик-секретарь РИА, заслуженный деятель науки и техники, лауреат Премии Правительства РФ, доктор технических наук, профессор, Россия

GONCHAREVICH Igor' Fomich, the Secretary-academician of the Russian Engineering Academy, the Honoured Scientist, the RF Government prize-winner, Ph. D. (engineering), Professor, Russian Federation

О ПОВЫШЕНИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И РЕНТАБЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

ABOUT THE PERFORMANCE AND EFFICIENCY INCREASE FOR INDUSTRIAL NANOTECHNOLOGIES

Опираясь на имеющиеся и находящиеся на различной стадии освоения разработки в области измельчительного и прессового оборудования, анализируются возможные направления адаптирования дробильно-прессовой техники к требованиям промышленных нанотехнологий.

The article basing on the crushing and compaction equipment developments, existing and being at the different stages of implementation, analyses potential trends of its adapting to the demands of industrial nanotechnologies.

Ключевые слова: нанотехнологии, промышленность, строительство, оборудование, компактирование, виброприводы, наноуровень, характеристики, режимы работы, электрогидравлический преобразователь, виброплатформа, измельчители, наноматериалы, поличастотное асимметричное колебание.

Key-words: nanotechnologies, industry, construction, equipment, compaction, vibrodrive, nanolevel, characteristics, mode of operation, electrohydraulic transformer, vibroplatform, breaking machines, nanomaterials, polyfrequency asymmetric oscillation.

Принятие государственной программы развития нанотехнологий обусловило расширение спектра применения наноматериалов в строительстве. Проведенный анализ состояния технического уровня двух наиболее распространённых технологических процессов промышленного производства наноматериалов (измельчения и компактирования) показывает, что на сегодняшний день эти процессы весьма продолжительны и энергоёмки. В известной степени это объясняется тем, что для их осуществления используется преимущественно наличное оборудование, разработанное для ведения традиционных технологических процессов, а не специализированные установки.

С учётом уже достигнутого уровня и планируемого расширения объёмов применения нанотехнологий в промышленности, все более актуальной становится проблема создания специализированного оборудования, отвечающего требованиям высокотехнологичного производства.

Опираясь на имеющиеся и находящиеся на различной стадии освоения разработки в области измельчительного и прессового оборудования, проанализируем возможные направления адаптирования дробильно-прессовой техники к требованиям промышленных нанотехнологий. Этот процесс, видимо, должен проходить в два параллельно осуществляемых этапа:

- модернизация традиционного оборудования;
- создание принципиально нового специализированного высокоэнергетического оборудования.

Нельзя останавливаться на использовании имеющихся, хотя и перспективных конструкций, нужны новые решения, учитывающие механизмы особо тонкого измельчения и особо плотного компактирования, осуществляемого в нанотехнологических процессах.

Особенность задачи состоит в том, что в процессах, протекающих на наноуровне, действуют более значительные силы, перерабатываемые структуры обладают существенно отличными реологическими свойствами и собственными динамическими параметрами. Всё это предопределяет необходимость перехода на более интенсивные, специально сконфигурированные по спектральному составу, режимы работы. Для полномасштабного решения этой задачи требуется оборудование нового поколения. Такие работы на уровне принципиальных решений ве-

И.Ф. ГОНЧАРЕВИЧ *О повышении производительности и рентабельности промышленных нанотехнологий*

дуются, но находятся на начальной стадии, и потребуется определённое время для доведения их до промышленного производства.

В связи с изложенным становится актуальной задача модернизации и адаптации традиционного оборудования к специфическим задачам нанотехнологий, используя имеющиеся заделы.

Модернизация и приближение к требованиям современных нанотехнологий существующего дробильно-прессового оборудования могут быть обеспечены при использовании приводов нового класса, с большими возможностями генерирования высокоэффективных технологических режимов для процессов с высоким энергопотреблением. Ведь именно характеристики виброприводов в основном определяют энерготехнологические параметры соответствующей техники, а также открывают большие возможности для формирования специальных высокоэффективных технологических режимов и реализации новых схемных решений оборудования, обусловленных необходимостью существенного роста производительности и энергетической напряженности.

В вибрационных мельницах, применяемых сегодня для измельчения различных материалов, используются воздействия гармонического состава. В то же время эффективность многих из них может быть существенно повышена без какой-либо дорогостоящей и сложной перестройки технологии, только за счёт изменения конфигурации колебаний, т.е. путем преобразования их из гармонических в полигармонические асимметричные или специальные многокомпонентные.

Физической основой особой эффективности асимметричных режимов колебаний являются их полигармонический состав и эффект накопления в обрабатываемом технологическом продукте импульсных воздействий, обусловленный наличием в некоторых характеристиках асимметричного колебательного процесса постоянной составляющей.

Экспериментальными исследованиями установлено и на ряде примеров подтверждено промышленной практикой, что полигармонический состав рабочих воздействий на обрабатываемый технологический продукт существенно более эффективен, чем простой гармонический. Дело в том, что перерабатываемые с наложением вибрационных воздействий среды, в наиболее общем случае твёрдо-жидко-газовые дисперсные системы сложного состава, характеризуются чрезвычайно большим разнообразием собственных свойств (спектром собственных частот, диссипативными параметрами и т.д.). Поэтому, чем богаче спектральный состав используемых вибрационных воздействий, тем выше

И.Ф. ГОНЧАРЕВИЧ О повышении производительности и рентабельности промышленных нанотехнологий

вероятность формирования в структурах обрабатываемой среды высокоэффективных резонансных и околорезонансных режимов перемещений и деформаций, и тем шире охват активного объёма.

Эффект суммирования и накопления вибрационных микровоздействий наиболее полно проявляется в тех случаях, когда на конечный результат решающее влияние оказывает скорость колебаний.

Поличастотные асимметричные режимы колебаний в вибрационных технологических машинах могут формироваться вибровозбудителями различного принципиального устройства.

Наиболее простое решение представляют вибровозбудители, содержащие в своём составе несколько объединённых механизмов, каждый из которых генерирует гармонические колебания на своей частоте и со своим сдвигом по фазе. Суммирование этих гармонических колебаний даёт результирующую асимметричную возмущающую силу. Практически на этом принципе созданы только бигармонические вибровозбудители, так как конструкции таких приводов оказываются достаточно сложными и генерируют они всего две гармоники.

Для возбуждения поличастотных асимметричных колебаний, отличающихся в ряде случаев повышенной технологической эффективностью, разработан эксцентриковый привод с нелинейной упруго-вязкой характеристикой. Нелинейный демпфер устанавливается параллельно с упругим элементом шатуна с помощью рычага, конец которого шарнирно закреплён на раме, а центральная часть шарнирно соединена с шатуном. Крепление демпфера к длинному плечу рычага увеличивает ход поршня по отношению к ходу шатуна. Это повышает скорость перемещения поршня демпфера и передаваемые им составляющие возмущающего усилия.

Нелинейные характеристики демпфера создаются специальным клапаном, который изменяет проходные сечения дросселирующих отверстий при ходе поршня в разных направлениях. Вследствие этого меняются возмущающие усилия, передаваемые нелинейным демпфером при движении рабочего органа в противоположных направлениях. В общем случае таким приводом могут возбуждаться колебания со сдвигом по фазе в двух взаимно перпендикулярных направлениях, что позволяет синтезировать траектории рабочего органа произвольной конфигурации. Параметры нелинейности и асимметрии упруго-вязких характеристик привода задаются коэффициентами жесткости и гистерезисных сопротивлений, независящих и зависящих от деформации и скорости

И.Ф. ГОНЧАРЕВИЧ О повышении производительности и рентабельности промышленных нанотехнологий

деформации упруго-вязких элементов привода. Возмущающая сила эксцентрикового привода создается вследствие деформации упругих связей и демпфера при вращении его эксцентрика. Она пропорциональна жесткости упругих связей и коэффициенту вязких сопротивлений демпферов привода. Наличие нелинейных элементов в системе привода приводит к преобразованию параметров и всей системы подвески установки «машина–привод». Вся упругая система становится также нелинейной, что дополнительно способствует формированию эффективных режимов работы.

Вследствие нелинейных характеристик упруго-вязких элементов привода сдвиги фаз между положением эксцентрика и генерируемой возмущающей силой меняются в пределах одного оборота привода, создавая сложный полигармонический характер возбуждения рабочего органа виброустановки. Для возбуждения более широкого спектра гармоник разработаны эксцентриковые вибраторы с нелинейной упруго-вязкой характеристикой приводного звена и упругим эксцентриком переменной жёсткости (параметрический привод). В рассмотренных типах вибровозбудителей приводной вал вращается с постоянной угловой скоростью.

Параметрический привод с упругим эксцентриком отличается простотой конструкции и в зависимости от параметров эксцентрика способен генерировать полигармонические и асимметричные возмущающие силы. Параметры виброустановок с параметрическим эксцентриковым приводом приведены на рис.1.

Практически неограниченные возможности формирования специальных режимов колебаний имеют гидравлические виброприводы.

Устройство и принцип работы электрогидравлического следящего привода рассмотрены ниже. Масло из напорной линии гидросистемы через постоянные гидравлические сопротивления в корпусе электрогидравлического преобразователя ЭГП подводится к полости цилиндра и одновременно к соплам, откуда через зазоры между соплами и заслонкой сливается в бак. При наличии тока в обмотке управления катушки электромагнитная сила вызывает смещение заслонки и шток перемещается в направлении, определяемом полярностью электрического сигнала, с заданной скоростью, пропорциональной его значению. В состав гидросистемы входят также: насосная установка с насосным агрегатом, фильтром, предохранительным клапаном, манометром, подключённым через золотник, маслоохладителем и подпорным клапаном. Нали-

И.Ф. ГОНЧАРОВИЧ О повышении производительности и рентабельности промышленных нанотехнологий

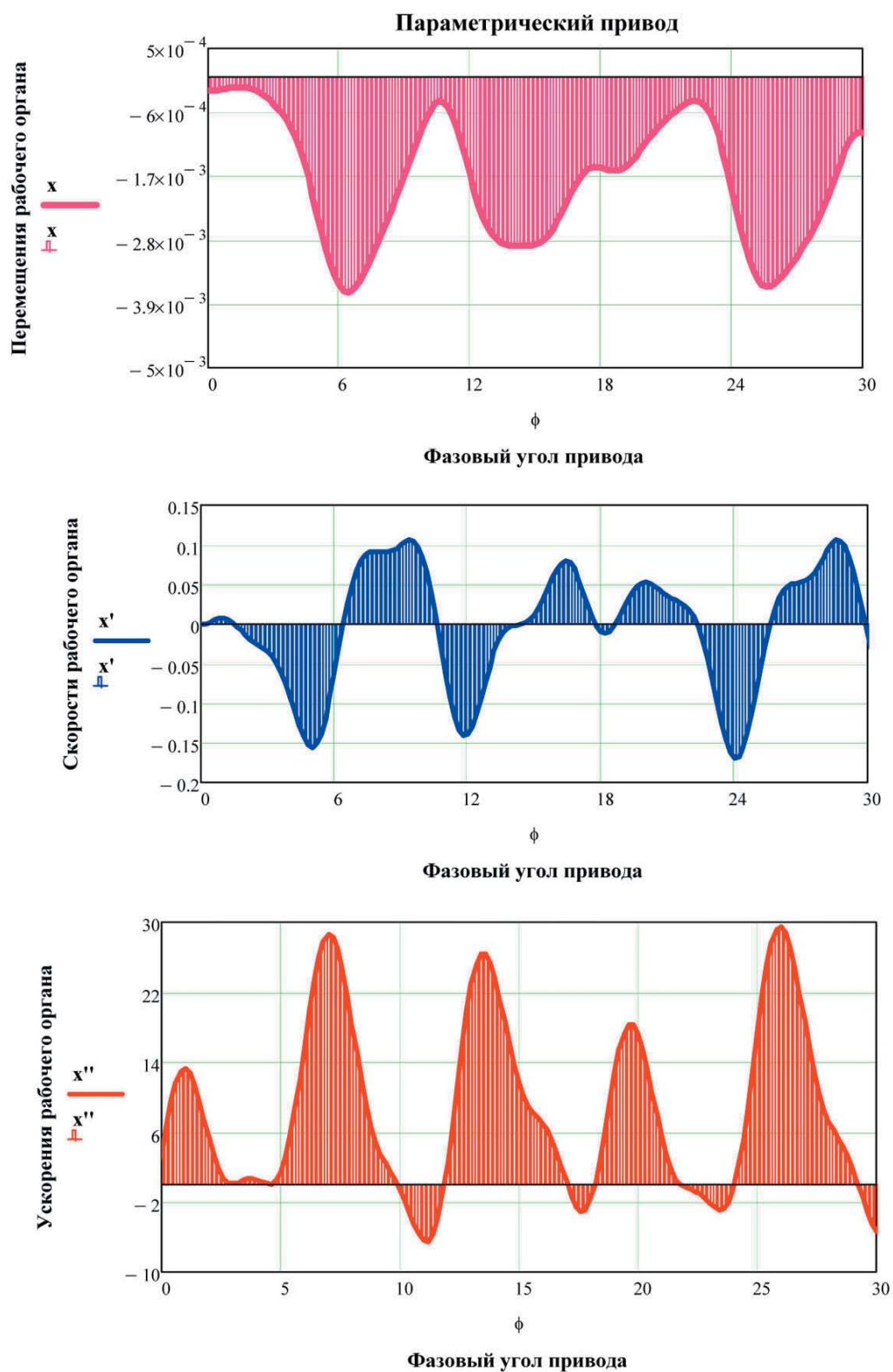


Рис. 1. Параметры виброустановки с параметрическим приводом

И.Ф. ГОНЧАРЕВИЧ *О повышении производительности и рентабельности промышленных нанотехнологий*

чие полной гидравлической симметрии позволяет свести до минимума влияние температуры масла и колебаний давления в напорной линии на настройку привода.

В гидравлическом следящем приводе используется электрогидравлический преобразователь, выполненный по схеме сдвоенного симметричного гидроусилителя типа сопло–заслонка, причем заслонкой является буртик иглы, проходящей сквозь калиброванные сопла. Игла нагружена усилием пружин (нерегулируемой снизу и регулируемой сверху) и запрессована в катушку электромеханического преобразователя, помещенную в поле постоянного магнита.

При использовании гидропривода режим колебаний рабочего органа вибромашины задаётся по перемещению X и контролируется с помощью обратной связи по отклонениям реальных скоростей перемещения кристаллизатора x' от заданных V и реальных ускорений x'' от заданных G . При использовании многокомпонентного привода по обратной связи производится также контроль исполнения режима по разности реальных и заданных углов сдвига фаз между колебаниями независимых гидроцилиндров. Всё это обеспечивается системой управления гидроприводом.

В гидравлических вибраторах возбуждаются поличастотные асимметричные колебания за счёт подачи в гидроцилиндр рабочей жидкости с пульсирующим по закону $\Omega = (1 - D \cdot \cos(\varphi))$ расходом. При этом фазовый угол привода изменяется по закону $F = (\varphi - \Delta \cdot \sin(\varphi))$, где Δ – коэффициент асимметрии (характеризует степень отклонения формируемых колебаний от гармонических).

Характерной особенностью асимметричных колебаний являются ненулевые периодические ускорения. Асимметричные режимы реализуются в диапазоне частот от $\Omega_{\min} = (\omega - \Delta)$ до $\Omega_{\max} = (\omega + \Delta)$.

Изменения частоты в пределах одного цикла основных (несущих) колебаний приводят к циклическому преобразованию и всех прочих параметров процесса асимметричных колебаний. Получены спектральные характеристики кинематических и динамических параметров движения рабочего органа вибрационной машины в асимметричных режимах. Анализ приведенных графиков характеризует общую тенденцию спектров как кинематических, так и динамических характеристик асимметричных режимов работы. С возрастанием частоты происходит увеличение всех параметров. При некоторых частотах параметры принимают нулевое значение, т.е. возмущения на этих частотах отсутствуют.

И.Ф. ГОНЧАРОВИЧ *О повышении производительности и рентабельности промышленных нанотехнологий*

Сопоставление параметров гармонических и асимметричных поличастотных режимов колебаний позволяет полнее выявить их особенности. На графиках рис.2 в качестве примера приведены конфигурации скоростей и ускорений рабочего органа вибрационной машины. Как следует из проведенных расчётов, конфигурации скоростей определяются коэффициентами асимметрии Δ . При равенстве коэффициентов асимметрии нулю возбуждаются гармонические колебания, при больших их значениях – асимметричные колебания с различной степенью асимметрии. Для удобства дальнейшего использования этих расчётных материалов все параметры приведены к единичным амплитудам. Анализ выполненных расчётов показывает, что при равных амплитудах

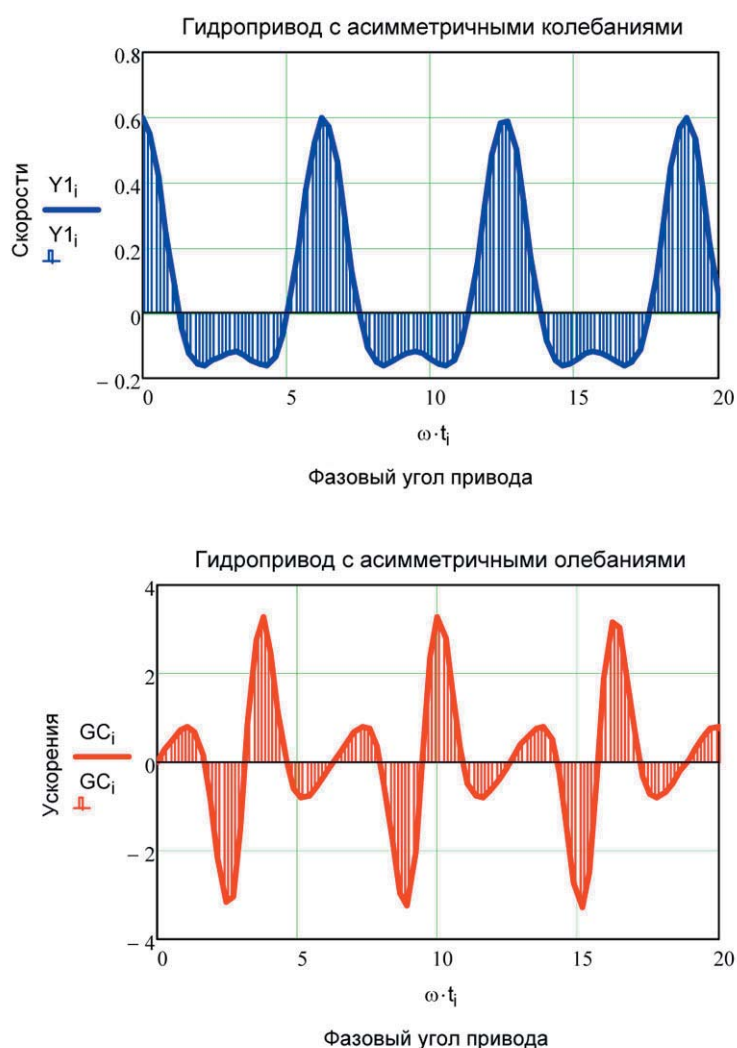


Рис. 2. Режимы гидропривода

И.Ф. ГОНЧАРЕВИЧ О повышении производительности и рентабельности промышленных нанотехнологий

перемещений во всех режимах, амплитуды скоростей и, в особенности, ускорений, существенно разнятся. Наиболее резко эти различия проявляются с увеличением асимметрии колебаний. Так, максимальные значения скорости асимметричных колебаний в 2,5 раза превышают скорости гармонических колебаний, а ускорения в 5,5 раз. Меняется и их конфигурация.

Для двухмассных установок предназначен кривошипный и кривошипно-инерционный (отличается от кривошипного наличием дебаланса или самобаланса на ведомом валу) привод с демпфером и упругой связью в шатуне. Этот привод также способен генерировать асимметричные колебания.

Разработаны принципиальное устройство и методы синтеза комбинированного кинематического вибропривода, позволяющие рационально сочетать достоинства инерционных и эксцентриковых приводов и устранять их недостатки путем взаимной компенсации проявлений нежелательных свойств. Привод устанавливается между рабочим органом и уравнивающей рамой и допускает воздействия на них с различной силой. Эти силы могут иметь различную величину и произвольный сдвиг по фазе.

Применение этого привода позволяет обеспечить устойчивую работу виброустановки в условиях больших переменных нагрузок. Амплитудно-частотная характеристика виброустановки с комплексным кинематическим приводом при правильно подобранных параметрах привода в области резонанса имеет широкую вогнутую область, поэтому изменения внешних параметров системы (массы и жесткости загрузки, частоты тока в сети и других параметров системы «машина–нагрузка») в любую сторону приводят не к аварийному срыву колебаний и нарушению технологического процесса, а наоборот, к его стабилизации. Таким образом, создаётся возможность использования уникальных свойств резонансных систем накачивать значительную энергию в обрабатываемый продукт, а, следовательно, радикально повышать производительность без опасения срывов с резонансного режима. Применение этого привода в мощных двухмассных установках позволяет использовать «буфера» для реализации высокоэффективных ударных режимов обработки труднообрабатываемых материалов в установках высокой производительности. Технологическая эффективность этого привода обусловливается также тем, что он генерирует в широком диапазоне частот непрерывный спектр асимметричных ускорений.

И.Ф. ГОНЧАРЕВИЧ О повышении производительности и рентабельности промышленных нанотехнологий

Эффективность работы вибрационного оборудования, в значительной степени определяется качеством в технологическом и динамическом аспектах возбуждаемых колебаний рабочего органа установки. Разработаны теоретические основы формирования параметров и конфигурации технологических режимов, а также повышения устойчивости эффективных резонансных колебаний в вибрационных установках, функционирующих при больших переменных нагрузках, с использованием синтетических кинематических и параметрических источников колебаний. Величина и характер возмущения этих синтетических источников колебаний пропорциональна смещению привода относительно рабочего органа и его первой и второй производным при произвольной их фазировке, а также изменению параметров функциональных элементов привода. Большое число изменяемых параметров такой системы с синтетическим источником колебаний открывает широкие возможности для формирования произвольных конфигураций перемещений рабочего органа установки, амплитудно-частотных и частотно-силовых характеристик, обеспечивающих повышение устойчивости резонансных колебаний машин при значительных переменных внешних воздействиях. Проанализированы линейные и нелинейные системы с рассмотренными источниками колебаний. Проведенные исследования показали возможность синтеза уникальных приведенных (к единице возмущающей силы) амплитудно-частотных характеристик рассматриваемых систем. Открываются возможности синтеза колебательных систем с совмещенными экстремумами АЧХ и СЧХ (например, максимальные перемещения при минимальной возмущающей силе), снижаются пусковые моменты привода и т. д.

Разрабатывается спецпривод нового поколения для нанотехнологий. Характеристики его приведены на рис. 3 и 4.

Большинство нанотехнологических процессов связаны с широким использованием разнообразных порошковых материалов. В расширении производства мелкодисперсных порошков широко используется технология вибрационного измельчения. Традиционные вибромельницы безусловно являются прогрессивным оборудованием. В вибрационных измельчителях вследствие высокочастотных колебаний дробящего органа происходит предварительное ослабление измельчаемого продукта за счет раскрытия поверхностных микротрещин и накопления дефектов в его внутренней структуре. В нормальных режимах дробление производится не раздавливанием, а энергетически более эффективно – ударом.

И.Ф. ГОНЧАРОВИЧ О повышении производительности и рентабельности промышленных нанотехнологий

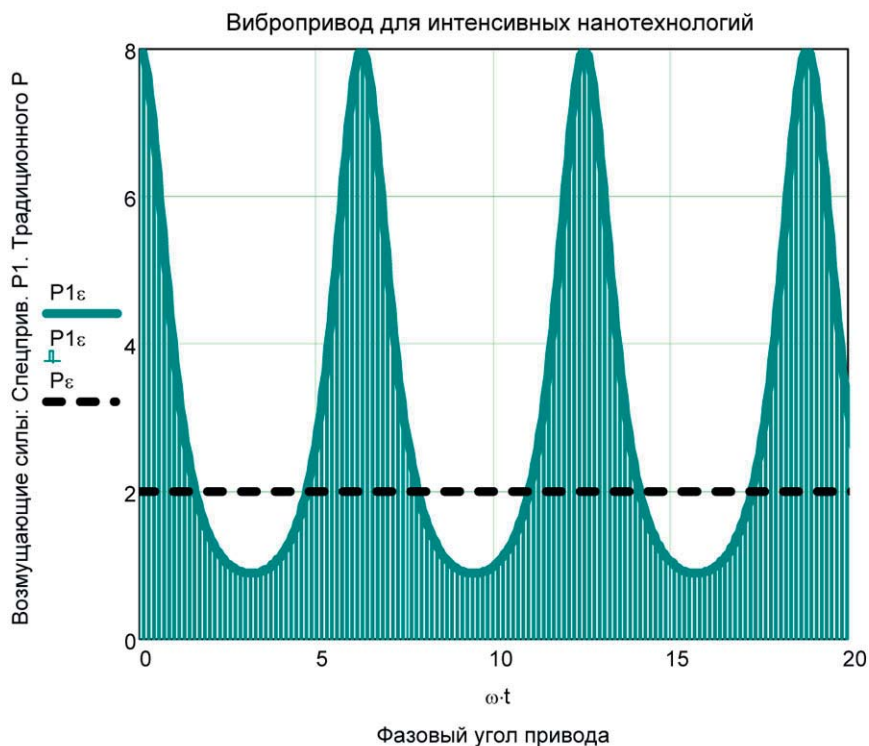


Рис. 3. Характеристики привода нового поколения

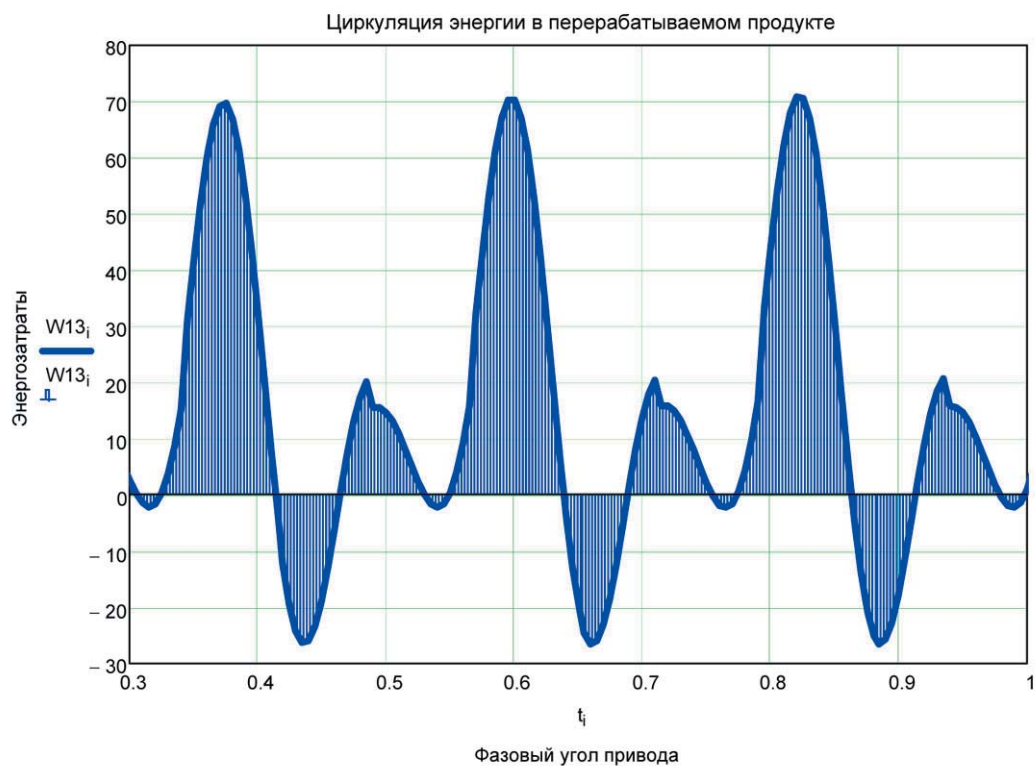
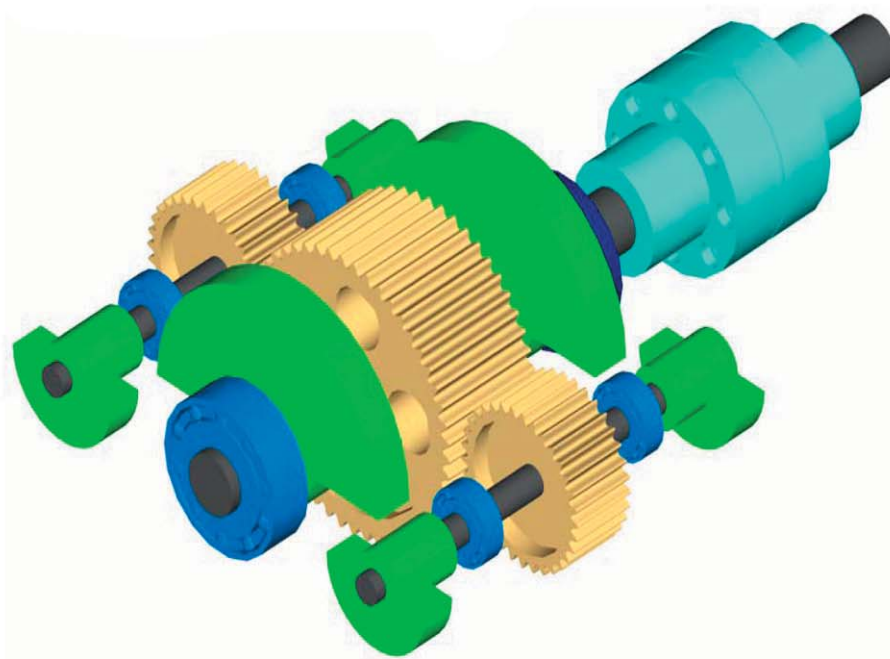


Рис. 4. Циркуляция энергии в перерабатываемом продукте

И.Ф. ГОНЧАРЕВИЧ *О повышении производительности и рентабельности промышленных нанотехнологий*

Однако при использовании в нанотехнологиях, где обработка материалов носит продолжительный характер, да и сами продукты имеют специфические свойства, нередко происходит агрегирование смеси «шары–технологический продукт». В этом случае относительные перемещения компонентов заполнителя почти прекращаются, и без того длительный процесс измельчения ещё более затягивается. По существу технология оказывается малорентабельной или вообще непригодной. Причиной этого явления служат недостаточные смещения дробящих шаров относительно загрузки и отчасти налипания на шары измельчаемого продукта, при этом удар не реализуется и измельчения не происходит. Для предотвращения рассмотренного неблагоприятного явления и, более того, для сокращения продолжительности цикла, разработано приспособление, позволяющее интенсифицировать процесс измельчения наноматериалов в серийных вибромельницах. Это специальная виброплатформа, на которую можно устанавливать несколько вибромельниц.

Инерционный трёхдебалансный вибратор для возбуждения многопестковых колебаний вибрационных технологических машин



Годографы возмущающей силы вибратора

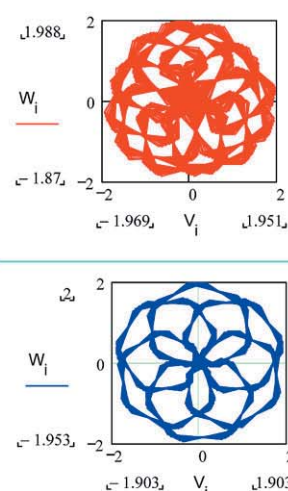


Рис. 5. Специальный инерционный привод

И.Ф. ГОНЧАРЕВИЧ *О повышении производительности и рентабельности промышленных нанотехнологий*

При установке на виброплатформе загрузке периодически сообщаются силовые импульсы, разрушающие нежелательные конгломераты «дробящие шары–загрузка».

Разработаны также модернизированные виброизмельчители повышенной производительности для измельчения наноматериалов в промышленных масштабах. Эти вибрационные измельчители характеризуются также рядом технических и конструктивных особенностей. Вследствие полной или частичной компенсации сил инерции дробящего органа восстанавливающими силами упругих элементов, детали привода подвергаются меньшим динамическим нагрузкам. Снижение динамических нагрузок позволяет уменьшить установочную мощность электродвигателей и конструктивные размеры силовых элементов привода. Дробящие органы не имеют жесткой кинематической связи с приводом, поэтому усилия дробления не передаются непосредственно на элементы привода. Для повышения эффективности измельчения в РИА разработан специальный привод (см. рис. 5).

Библиографический список:

1. *Gusev B.V., Goncharevich I.F.* Vibration and ware Technologies. Aims of Future of Engineering, Proceedings, Hong Kong. 2005.
2. *Goncharevich I.F., Elanskiy G.N., Sturm K.* Vibrational and Vibro-Impulse Technologies of Manufacturing High-Quality Metal Allays. Theory and Practice of Technologies of manufacturing Products of Composite Materials and new Allays – the 21st Century. Moscow, 2004, p.416–422.
3. *Goncharevich I.F., Frolov K.V.* Theory of Vibratory Technology. Hemisphere Publishing Corporation. New York–London 1990, 539 p.
4. *Frolov K.V., Goncharevich I.F.* Vibration Technology. CRC Press. Boston–London, 1991, 413 p.
5. *Гончаревич И.Ф., Тиль Б.* Асимметричные колебания – средство повышения эффективности вибрационных технологических процессов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2005. №10.

И.Ф. ГОНЧАРЕВИЧ О повышении производительности и рентабельности промышленных нанотехнологий

6. Гусев Б.В., Гончаревич И.Ф. Вибротехнология бетона // Технологии бетонов. 2005. №4.

7. Еланский Г.Н., Гончаревич И.Ф. Режимы работы кристаллизаторов МНЛЗ нового поколения (резонансных и вибрационных). Тр. Конгр. сталеплавильщиков. Москва, 2008.

8. Гусев Б.В., Гончаревич И.Ф. Разработка и идентификация объёмных инерционных упруго-вязко-пластичных феноменологических моделей для исследования вибрационных технологических процессов переработки дисперсных сред при производстве композитов и специальных сплавов / V Московская международная конференция «Теория и практика технологии производства изделий из композиционных материалов и новых металлических сплавов». М. 2008.

9. Kuklev A.V., Aizin Yu., Goncharevich I.F. et al. Computer methods of estimation of efficient process conditions of the CCM'S casting mold. The 6th European Conference of Continuous Casting – ECCC, Rechione, Italy, 2008.

Уважаемые коллеги!

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

Гончаревич И.Ф. О повышении производительности и рентабельности промышленных нанотехнологий // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2009, Том 1, № 3. С. 36–49. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_3_2009.pdf (дата обращения: __ __ __).

Dear colleagues!

The reference to this paper has the following citation format:

Goncharevich I.F. About the performance and efficiency increase for industrial nanotechnologies. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2009, Vol. 1, no. 3, pp. 36–49. Available at: http://www.nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_3_2009.pdf (Accessed __ __ __). (In Russian).

Контактная информация для переписки:

e-mail: info@nanobuild.ru

Л.А. ИВАНОВ Наноматериалы и нанотехнологии на IX Московском международном салоне инноваций и инвестиций



МЕРОПРИЯТИЯ

EVENTS

УДК 691

ИВАНОВ Леонид Алексеевич, заместитель главного редактора электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал», действительный член (академик) Международной инженерной академии, канд. техн. наук, Россия

IVANOV Leonid Alekseevich, Deputy Editor-in-Chief of the electronic version of the journal «Nanotechnologies in construction: a scientific Internet-journal», a full member of the International Engineering Academy, Cand. Sc. (engineering), Russian Federation

НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ НА IX МОСКОВСКОМ МЕЖДУНАРОДНОМ САЛОНЕ ИННОВАЦИЙ И ИНВЕСТИЦИЙ

NANOMATERIALS AND NANOTECHNOLOGIES ON THE IX MOSCOW INTERNATIONAL SALON OF INNOVATIONS AND INVESTMENTS

С 26 по 29 августа 2009 г. во Всероссийском выставочном центре успешно прошел IX Московский международный салон инноваций и инвестиций — крупнейший научно-технический форум изобретателей, разработчиков и производителей высокотехнологичной инновационной продукции. Мероприятие организовано Министерством образования и науки Российской Федерации, Федеральным агентством по науке и инновациям, Федеральным агентством по образованию, правительством Москвы. Более 3 тысяч специалистов получили информацию о последних разработках, заключили выгодные контракты и выбрали стратегию дальнейшего инновационного развития.

Л.А. ИВАНОВ *Наноматериалы и нанотехнологии на IX Московском международном салоне инноваций и инвестиций*

On August, 26–29, 2009 All-Russian Exhibition Centre successfully held the IX Moscow International Salon of Innovations and Investments – the biggest scientific and technological forum of inventors, developers and advanced technology and innovative products manufacturers which was organized by Ministry of Education and Science of RF, Federal Agency on Science and Innovations, Federal Agency on Education, The Moscow City Government. More then 3 thousand specialists got the information on the latest developments, concluded beneficial contracts and determined the further innovative development strategy.

Ключевые слова: салон, инновации, инвестиции, нанотехнологии, строительство, разработки, конкурентоспособность, наносистемы, модернизация, наноматериалы, выставка, наноструктурные покрытия, наноккомпозит, наноструктуры.

Key-words: salon, innovations, investments, nanotechnologies, construction, developments, competitiveness, nanosystems, modernization, works, nanomaterials, exhibition, nanostructural coatings, nanocomposite, nanostructures.



В церемонии открытия приняли участие: министр образования и науки РФ Андрей Фурсенко; мэр города Москвы Юрий Лужков; руководитель Федерального агентства по делам Содружества Независимых Государств, соотечественников, проживающих за рубежом, и по международному гуманитарному сотрудничеству Фарит Мухаметшин; заместитель руководителя Федерального агентства по науке и инновациям Марат Камболов; руководитель Департамента науки и промышленной политики Москвы Евгений Пантелеев; генеральный директор ОАО «ГАО ВВЦ» Иван Малахов и другие.

По оценке министра, «сейчас весьма удачный момент для активного развития инновационной экономики, и салон можно рассматривать как стартовую точку этого процесса». «Нам все время говорят про кризис, что надо поджаться, сохранить то, что есть. Но я считаю, что в кри-

Л.А. ИВАНОВ *Наноматериалы и нанотехнологии на IX Московском международном салоне инноваций и инвестиций*

зис надо нажимать не на тормоз, а на газ. Это самое горячее время для того, чтобы двигаться вперёд, поддерживать инновации, строить новую экономику», – подчеркнул Андрей Фурсенко.

В свою очередь мэр Москвы Юрий Лужков отметил: «Сюда пришли люди, равнодушные к науке, равнодушные к инновациям и желающие того, чтобы инновации перешли в инвестиции... Лозунг нашего салона должен быть таким: инвестиции – в инновации, инновации – в инвестиции». Особое внимание мэр столицы уделил проблеме реализации инновационных научных проектов. «Российские ученые всегда были изобретательны и полны самых разных идей, но Россия имеет недостаток в реализации этих задумок», – сказал Лужков и призвал руководство страны уделять самое активное внимание вопросам инвестирования в инновационные разработки. «По нашим заниженным оценкам, в Москве сосредоточено 30% научного потенциала России, – подчеркнул мэр Москвы. – На выставке мы демонстрируем очень интересные разработки. Особое внимание я бы обратил на альтернативные источники энергии, что крайне актуально. Например, установка по производству альтернативного топлива из соломы. Из одной тонны соломы можно получать 300 л биоэтанола. В феврале этого года ввели в эксплуатацию установку, которая производит электроэнергию из твёрдого осадка канализационных стоков в количестве, достаточном, чтобы обеспечить всю систему водоподготовки».

В работе IX Салона приняли участие почти 700 организаций. Среди его участников – научные центры и промышленные предприятия, наукограды, технопарки, вузы, предприятия малого и среднего бизнеса, центры международного научно-технического и инновационного сотрудничества. В общей сложности представлено более полутора тысяч разработок в области атомной и ядерной физики, нанотехнологий, энергосбережения, транспорта, приборостроения, электроники и других приоритетных направлений.

На центральной экспозиции салона, демонстрирующей основные результаты и перспективные направления деятельности Минобрнауки России, Роснауки и Рособразования по развитию фундаментальной и прикладной науки, были представлены результаты реализации Федеральных целевых программ, в том числе ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 годы», ФЦП «Развитие инфраструктуры наноиндустрии Российской Федерации на 2008–2010 годы», ФЦП

Л.А. ИВАНОВ *Наноматериалы и нанотехнологии на IX Московском международном салоне инноваций и инвестиций*

«Национальная технологическая база на 2007–2011 годы», ФЦП «Развитие электронной компонентной базы и радиоэлектроники на 2008–2015 годы», ФЦП «Мировой океан».

Несмотря на все еще серьезные проблемы в сфере внедрения научных идей и разработок, 46 регионов России представили на IX Салоне свой инновационный потенциал. Это Астраханская, Мурманская, Калужская, Кировская, Нижегородская, Омская, Пензенская, Самарская, Томская, Ульяновская и другие области, Республики Дагестан, Татарстан, Чувашия, Ставропольский, Краснодарский и Хабаровский края.

IX Салон инноваций и инвестиций представил национальные экспозиции Ирана, Румынии, Чехии, Белоруссии. Среди иностранных участников были также научно-исследовательские центры и отдельные разработчики из Бразилии, Бельгии, Боснии и Герцеговины, Казахстана, Канады, Польши, Республики Корея, США, Франции, Швейцарии, Украины. Расширение географии государств, которые хотели бы взаимодействовать с российскими учёными и производителями, в качестве положительной тенденции отметили все первые лица, участвовавшие в открытии салона.

Второй день работы IX Московского салона инноваций и инвестиций открылся Российско-чешским инновационным форумом. Чешские компании традиционно принимают участие в салоне. Однако в этом году 14 чешских компаний получили государственную поддержку от министерства промышленности и торговли республики Чехии. На форуме были представлены: система инновационного предпринимательства ЧР, сеть научно-технических парков и некоторые из совместных с Россией проектов. Из 55 проектов, реализуемых ЧР, на этом салоне было представлено пять. «Мы заинтересованы в сотрудничестве с российскими организациями, в реализации совместных проектов в области нанотехнологий, новых материалов, геотехнологий, прикладной математики и подготовки специалистов – инновационных предпринимателей», – отметил на открытии форума Павел Швейда, представитель Общества научно-технических парков Чешской Республики.

В мероприятии приняли участие представители 15 зарубежных стран. Руководитель Россотрудничества Фарид Мухаметшин пообещал, что в следующем салоне инноваций будет участвовать ещё больше зарубежных государств: «Россотрудничество намерено активно использовать свои представительства и российские центры науки и культуры

Л.А. ИВАНОВ *Наноматериалы и нанотехнологии на IX Московском международном салоне инноваций и инвестиций*

за рубежом для популяризации и продвижения инновационных отечественных достижений и разработок, а также аналогичных наработок наших соседей по СНГ. В связи с этим мы приняли межгосударственную целевую программу поддержки, продвижения и развития научных результатов – программу инновационного сотрудничества до 2020 года. И мы предполагаем, что к следующему салону максимально увеличим количество участников из СНГ».

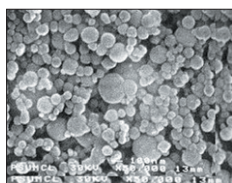
За время работы салона более 3 тысяч специалистов получили информацию о последних разработках, заключили выгодные контракты и выбрали стратегию дальнейшего инновационного развития. Большой интерес у специалистов вызвала следующая продукция наноиндустрии.

Нанопорошки, получаемые методом электрического взрыва проводников

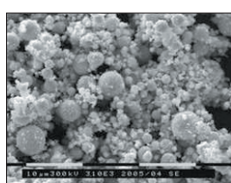
Для производства нанопорошков компания «ПЕРЕДОВЫЕ ПОРОШКОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» использует метод электрического взрыва проводников (ЭВП). Особый интерес ЭВП представляет как метод получения порошков металлов с высокой химической активностью. По данным ряда исследователей, вследствие экстремальных условий образования электровзрывных наночастиц (высокие температуры и скорость процесса), при ЭВП возможно формирование неравновесной структуры дисперсной фазы.

Метод электрического взрыва проводников позволяет получить нанопорошки (наночастицы (структурные элементы), геометрические размеры которых хотя бы в одном измерении не превышают 100 нм, обладают качественно новыми функциональными свойствами) металлов, нитридов и оксидов, таких как: алюминий (Al), алюминий, покрытый пальмитиновой кислотой (L-Al), медь (Cu), железо (Fe), никель (Ni), олово (Sn), титан (Ti), серебро (Ag), вольфрам (W), цинк (Zn), латунь (Cu-Zn), нитрид алюминия (AlN), оксид меди (CuO), оксид железа (Fe_3O_4), нановолокна (Al_2O_3) и т. д. Нанопорошки выпускаются по

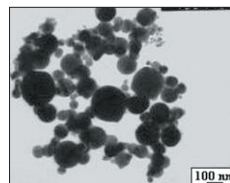
Алюминий



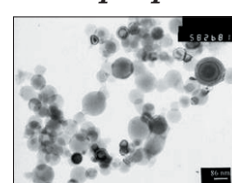
Вольфрам



Латунь



Серебро



Л.А. ИВАНОВ *Наноматериалы и нанотехнологии на IX Московском международном салоне инноваций и инвестиций*

ТУ 1791-003-36280340-2008 и имеют Сертификаты качества и Паспорта безопасности вещества, составленные по директиве Европейского сообщества ЕС 91/155.

Основные преимущества нанопорошков, получаемых ЭВП-методом:

1. Относительно небольшой, по сравнению с другими физическими методами, разброс частиц по размерам.
2. Возможность регулирования дисперсного состава.
3. Относительная стабильность свойств нанопорошков в нормальных условиях и высокая активность в различных химических процессах.
4. Низкие температуры спекания наночастиц.

Технические и химические характеристики нанопорошков приведены в таблице.

Технические и химические характеристики нанопорошков

№ п/п	Наименование продукции	Торговое наименование	Химический состав	Физические и химические свойства
1	Алюминий (Al)	АЛЮМИНИЕВЫЙ ПОРОШОК, НЕПОКРЫТЫЙ ALEX™ (100)	90% активно-го алюминия, 9% оксида алюминия, 1% адсорбированных газов	Порошок серого цвета. Средний размер частиц от 90 до 110 нм. Насыпная плотность около 1–1,2 г/см ³ . Удельная поверхность, измеренная методом БЭТ, Суд = 15,5 м ² /г. Температура плавления 640°C.
		АЛЮМИНИЕВЫЙ ПОРОШОК, НЕПОКРЫТЫЙ ALEX™ (50)		Порошок серого цвета. Средний размер частиц от 50 до 70 нм. Насыпная плотность около 0,07 г/см ³ . Удельная поверхность, измеренная методом БЭТ, Суд = 24,5 м ² /г. Температура плавления 640°C.
2	Алюминий, покрытый пальмитиновой кислотой (L-Al)	АЛЮМИНИЕВЫЙ ПОРОШОК, ПОКРЫТЫЙ L-ALEX™ (100)	85–87% активного алюминия, 8–10% пальмитиновой кислоты, 5–7% оксида алюминия	Порошок серого цвета. Порошок сильно агломерирован. Средний размер частиц от 90 до 110 нм. Насыпная плотность около 0,32–0,37 г/см ³ . Удельная поверхность, измеренная методом БЭТ, Суд = 12 м ² /г. Температура плавления 640°C.
		АЛЮМИНИЕВЫЙ ПОРОШОК, ПОКРЫТЫЙ L-ALEX™ (50)		Порошок серого цвета. Порошок сильно агломерирован. Средний размер частиц от 50 до 70 нм. Насыпная плотность около 0,32–0,37 г/см ³ . Удельная поверхность, измеренная методом БЭТ, Суд = 18–20 м ² /г. Температура плавления 640°C.

Л.А. ИВАНОВ Наноматериалы и нанотехнологии на IX Московском международном салоне инноваций и инвестиций

1	2	3	4	5
3	Медь (Cu)	ПОРОШОК МЕДИ (100)	90% меди, 9% оксида меди, 1% адсорбированных газов	Порошок темно-бурого цвета. Средний размер частиц от 80 до 100 нм. Насыпная плотность 5 г/см ³ . Удельная поверхность, измеренная методом БЭТ, Суд = 6,8 м ² /г. Температура плавления 1200°C.
		ПОРОШОК МЕДИ (50)		Порошок темно-бурого цвета. Средний размер частиц от 50 до 70 нм. Насыпная плотность 5 г/см ³ . Удельная поверхность, измеренная методом БЭТ, Суд = 12 м ² /г. Температура плавления 1200°C.
4	Железо (Fe)	ПОРОШОК ЖЕЛЕЗА, СМОЧЕННЫЙ ГЕКСАНОМ (100)	98% металлического железа, 2% адсорбированных газов: CH ₄ , CO ₂ , Ar, N ₂	Пастообразная масса от темно-серого до черного цвета. Средний размер частиц от 80 до 100 нм. Насыпная плотность 3,7 г/см ³ . Удельная поверхность, измеренная методом БЭТ, Суд = 7,7 м ² /г. Температура самовоспламенения паров суспензии на воздухе 338°C. Температура кипения 69°C.
		ПОРОШОК ЖЕЛЕЗА, СМОЧЕННЫЙ ГЕКСАНОМ (50)		Пастообразная масса от темно-серого до черного цвета. Средний размер частиц от 50 до 70 нм. Насыпная плотность 3 г/см ³ . Удельная поверхность, измеренная методом БЭТ, Суд = 15 м ² /г. Температура самовоспламенения паров суспензии на воздухе 338°C. Температура кипения 69°C.
5	Никель (Ni)	ПОРОШОК НИКЕЛЯ	98% металлического никеля, 2% примесей: H, C, O, Mg, Si, S, Cl, Ca, Mn, Fe, Cu	Порошок темно-серого цвета. Средний размер частиц от 70 до 80 нм. Насыпная плотность 0,66 г/см ³ . Удельная поверхность, измеренная методом БЭТ, Суд = 4,5–6,0 м ² /г. Температура плавления 1452°C.
6	Олово (Sn)	ПОРОШОК ОЛОВА	90% активного олова, 1% адсорбированных газов	Порошок серого цвета. Средний размер частиц от 80 до 110 нм. Насыпная плотность 1,4 г/см ³ . Удельная поверхность, измеренная методом БЭТ, Суд = 7–8 м ² /г. Начальная температура спекания порошка олова ≥ 30°C. Порошок окисляется при нагревании в сухом воздухе при нагревании до 150°C.
7	Титан (Ti)	ПОРОШОК ТИТАНА, СМОЧЕННЫЙ ГЕКСАНОМ	90% металлического титана, 10% оксида титана	Пастообразная масса от темно-серого до черного цвета. Средний размер частиц от 60 до 80 нм. Насыпная плотность 2,85 г/см ³ . Удельная поверхность, измеренная методом БЭТ, Суд = 13,8 м ² /г. Температура самовоспламенения паров суспензии на воздухе 338°C. Температура кипения 69°C.

Л.А. ИВАНОВ Наноматериалы и нанотехнологии на IX Московском международном салоне инноваций и инвестиций

1	2	3	4	5
8	Серебро (Ag)	ПОРОШОК СЕРЕБРА	98% серебра, 2% адсор- бированных газов	Порошок серого цвета. Средний размер частиц от 90 до 100 нм. Насыпная плотность 5,8 г/см ³ . Удельная поверхность, измеренная методом БЭТ, Суд = 6,5 м ² /г. Температура плавления 960°C.
9	Вольфрам (W)	ПОРОШОК ВОЛЬФРАМА	85% метал- лического вольфрама, 15% железа, кислорода и др. хим. эле- ментов	Порошок черного цвета. Средний размер частиц от 200 до 500 нм. Насыпная плотность 15 г/см ³ . Удельная поверхность, измеренная методом БЭТ, Суд = 1,7–2,4 м ² /г. Температура плавления 3200°C.
10	Цинк (Zn)	ПОРОШОК ЦИНКА	98% цинка, 2% адсор- бированных газов	Порошок серого или темно-серого цвета. Средний размер частиц от 90 до 150 нм. Насыпная плотность 1 г/см ³ . Удельная поверхность, измеренная методом БЭТ, Суд = 5,34 м ² /г. Температура плавления 420°C.
11	Латунь (Cu-Zn)	ПОРОШОК ЛАТУНИ	60% меди, 40% цинка	Порошок темно-бурого цвета. Средний размер частиц от 80 до 100 нм. Насыпная плотность 3 г/см ³ . Удельная поверхность, измеренная методом БЭТ, Суд = 6,8 м ² /г. Температура плавления 900°C.
12	Оксид меди (CuO)	ПОРОШОК ОКСИДА МЕДИ	99,8% оксид- ных фаз CuO, 0,2% при- меси	Порошок черного цвета. Средний размер частиц от 50 до 80 нм. Насыпная плотность 2,2 г/см ³ . Удельная поверхность, измеренная методом БЭТ, Суд = 15–20 м ² /г.
13	Оксид железа (Fe ₃ O ₄)	ПОРОШОК ОКСИДА ЖЕЛЕЗА	99% железа, 1% адсор- бированных газов	Порошок коричневого цвета. Средний размер частиц от 50 до 80 нм. Насыпная плотность 2,2 г/см ³ . Удельная поверхность, измеренная методом БЭТ, Суд = 30 м ² /г. Температура плавления 1550°C.
14	Нано- волокна (Al ₂ O ₃)	ПОРОШОК ГИДРОКСИДА АЛЮМИНИЯ	55% ги- дроксида алюминия, 33% оксида алюминия, 5% Al ₂ O ₃ , 5% метал- лического алюминия, 2% адсор- бированной воды	Порошок белого цвета. Имеет волокнистую структуру. Насыпная плотность порошка марки IPC около 0,7 г/см ³ , порошка DTC – 0,6 г/см ³ . Удельная поверхность, измеренная методом БЭТ, Суд = 350 м ² /г. Температура плавления 2000°C.

Области применения нанопорошков: материаловедение, химическая промышленность, высокоэнергетические материалы, обрабатывающая промышленность, оптика, электроника, радиопоглощающие покрытия и др.

Л.А. ИВАНОВ *Наноматериалы и нанотехнологии на IX Московском международном салоне инноваций и инвестиций*

Используя нанопорошки, такие, например, как добавки, можно значительно улучшить качество многих продуктов – смазочных материалов, топлив, полимеров, фильтров, геттеров, присадок к смазочным материалам, красящих и магнитных пигментов, компонентов низкотемпературных высокопрочных припоев и др. Применение нанопорошков, полученных с использованием ЭВП-технологии открывает для ученых, инженеров и технологов широчайшие возможности в области создания новейших материалов и технологий, принципиально новых приборов и устройств.

Исследованные области применения нанопорошков:

1. Высокоэнергетические материалы и процессы (Alex): увеличение скорости детонации на 200–300 м/с; возрастание бризантности на 27%; в смесях с НТРВ увеличение импульса до 70%, снижение задержки возгорания с 600 мкс (промышленный порошок с размером 3 мкм) до 3 мкс (Alex).
2. Синтез интерметаллических соединений, сплавов и тугоплавких химических соединений (нанопорошки Cu, Al, Mo, W): CuZn, AlB₂, AlNi, FeAl, FeAl₃, Fe₂Al₅, WAl₄, WAl₅, Al₁₂Mo, Al₅Mo, Al₄Mo, WC.
3. Модификация смазочных материалов (нанопорошки Cu, сплава Cu-Zn, Zn, сплава Pb-Sn): масло И-20, масло А-8, смазка ЛЗ-31, смазка Литол-24.
4. Синтез нановолокон оксидно-гидроксидных фаз алюминия из нанопорошков алюмонитридной композиции (Al-AlN).
5. Модификация эпоксидных клеев с использованием нановолокон γ -Al₂O₃: увеличение силы отслаивания на 30% (5–10 мас. % нановолокон), увеличение сопротивления сдвига на 12% (10 мас. % нановолокон).
6. Фильтровальные материалы и оборудование на основе нановолокон оксидно-гидроксидных фаз алюминия (AlOOH, Al(OH)₃).

ООО «Передовые порошковые технологии»
(Россия, г. Томск)

Динамическая система управления рециклингом отходов нанодеструкцией

По разным оценкам на каждого жителя планеты приходится 10÷15 т отходов в год, из них примерно: 40 % – промышленные, 30% – сельскохозяйственные, 25% – строительные, 3÷6% – твёрдые бытовые отходы (ТБО). Ежегодный прирост объёма отходов потребления в Рос-

Л.А. ИВАНОВ *Наноматериалы и нанотехнологии на IX Московском международном салоне инноваций и инвестиций*

сии – 30 млн. т, а промышленной переработке подвергается всего около 3%. В результате на территории РФ накопление твердых отходов составляет более 80 млрд. т. Но и это далеко не всё – необходимы затраты и инфраструктура для утилизации и их хранения. Так, ежегодно только для захоронения ТБО отчуждается более 3 тыс. га пригодных для использования земель.

Основные способы утилизации отходов:

- А. Захоронение на полигонах (свалках);
- В. Сжигание (уничтожение, в т. ч. на мусоросжигающих заводах);
- С. Рециклинг отходов (возврат отходов в хозяйственный оборот).

Актуальность рециклинга определена ООН, Европарламентом и группой G8 генеральным направлением развития международного сообщества: «3Rs» – reduce (сокращение), reuse (повторное использование) и recycling (переработка).

Рециклинг отходов, заключается в преобразовании отходов в товарные продукты. Исходя из физической сути преобразования, представляются два принципиальных подхода:

- макроструктурное преобразование (деструкция отходов с сохранением исходных свойств вещества);
- нанодеструкция (деструкция отходов на уровне 100 нм с изменением исходных свойств вещества).

Правомерность подходов определяется классической многопараметрической оптимизацией. Однако разработка рециклинга отходов нанодеструкцией представляет предмет самостоятельного практического исследования, как многообещающее направление. Формализуем подход.

Практической реализацией формализованной модели рециклинга отходов нанодеструкцией является построение управляемой динамической системы рециклинга отходов нанодеструкцией, которая была отмечена бронзовой наградой на IX Московском международном салоне инноваций и инвестиций в г. Москве.

Углевородосодержащие отходы при температуре 350÷600°C в разряженной среде, без доступа кислорода, путем разрушения молекулярных связей преобразуются в газ в виде смеси молекул типа $C_n H_m$ размером порядка 1 нм, и твердый продукт, содержащий углерод размером 15÷100 нм. Из газа через систему оригинальных конденсаторов выделяется жидкий углеводородный продукт и газ, частично поступающий в реактор для поддержания процесса.

Л.А. ИВАНОВ *Наноматериалы и нанотехнологии на IX Московском международном салоне инноваций и инвестиций*

Преобразование резиносодержащих (и части полимерных) отходов осуществляется в примерном соотношении по массе:

- ~ 40÷50 % – жидкий продукт ($C_6 \div C_n$);
- ~ 30% – твердый продукт (С);
- ~ 10% – углеводородные газы ($C_2 \div C_5$);
- ~ 10% – металлический лом.

Из приведенного решения следует – отходы являются энергоносителем, либо ценным полимерным сырьём. Процесс реализуется установкой ША-20, разработанной и производимой ООО «ЭкоТехЭнерго».

Установка ША-20 является автоматизированным комплексом, предназначенным для переработки резиносодержащих отходов транспортабельных размеров. Ша-20 состоит из двух контейнеров – реактора и конденсатора. Установка запатентована (Патент РФ №70659 от 21. 11.2007 г.) и производится в соответствии с ТУ 3614-001-82445915-2007 от 01.11.2007 г.

Основные параметры установки ША-20:

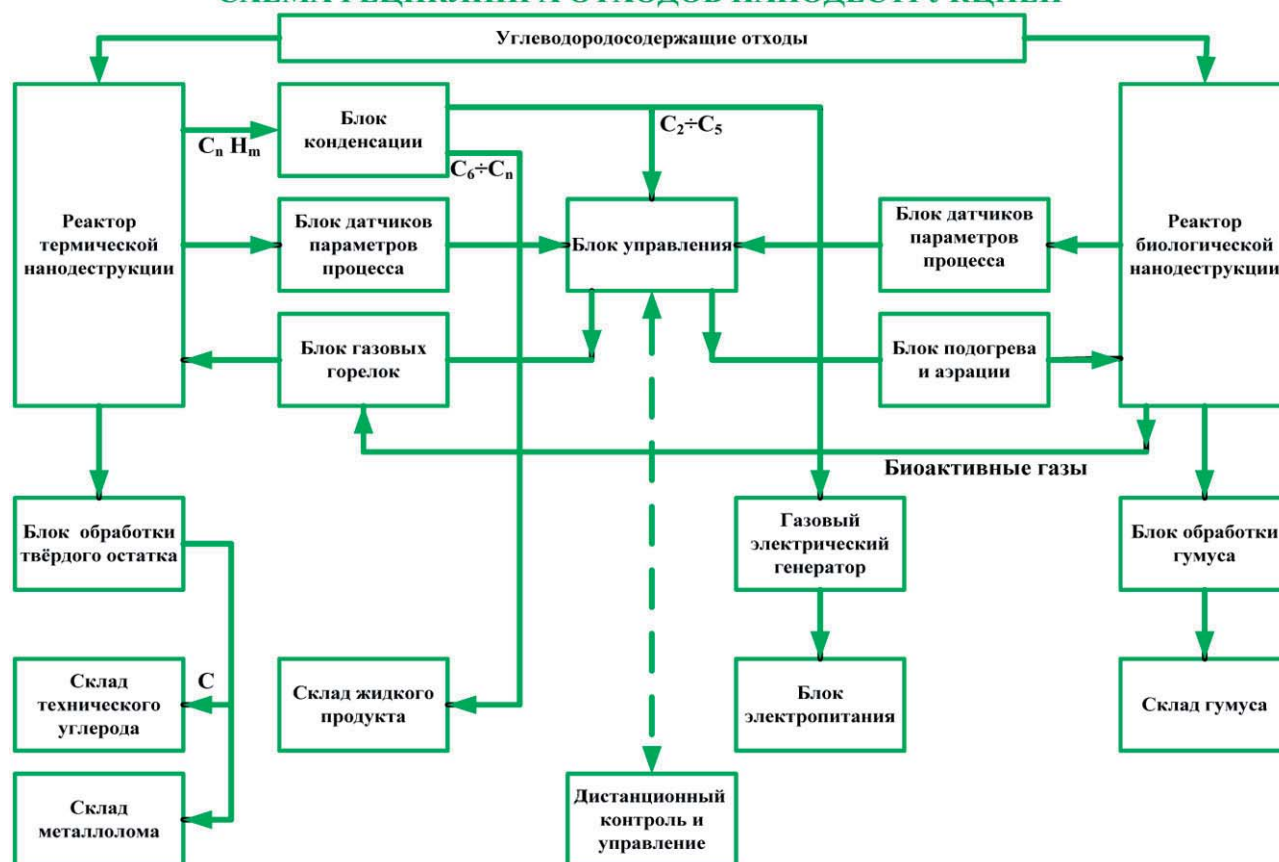
- | | |
|---|---------------|
| – режим работы | – непрерывный |
| – производительность в сутки: | |
| сырьё | – 20 т/сут. |
| жидкий продукт | – 8,4 т/сут. |
| твердый продукт | – 6 т/сут. |
| газ | – 3,6 т/сут. |
| металл | – 2 т/сут. |
| – мощность установленного электрооборудования | – 8 кВт/ч |
| – габариты: | |
| высота | – 5,1 м |
| ширина | – 2 м |
| длина | – 8,3 м |

Развитие динамической системы запатентовано (Патент РФ №84378 от 08. 04.2009г.) и представляет практическую реализацию комплексного подхода.

Углеводородосодержащие отходы по параметрам содержащейся в них влаги и способности к ферментации подвергаются, соответственно, термической или биологической нанодеструкции.

Например, смесь изношенных автомобильных шин и обезвоженных иловых осадков, подвергается термической нанодеструкции. В результате образуется углеродный остаток (С), жидкий углеводородный

СХЕМА РЕЦИКЛИНГА ОТХОДОВ НАНОДЕСТРУКЦИЕЙ



продукт ($C_6 \div C_n$) и газ ($C_2 \div C_5$), который частично используется на поддержание процессов термической и биологической нанодеструкции.

Оставшиеся отходы, например, растительные и пищевые, подвергаются биологической нанодеструкции: посредством комплекса живых естественных термофильных аэробных микроорганизмов и натуральных ферментов. В результате органические отходы преобразуются в источник плодородия почв – гумус и газ с биоактивными компонентами, который обезвреживается посредством термической нанодеструкции, преобразуясь в углеводороды.

В итоге образуются товарные продукты: гумус, технический углерод, жидкие углеводороды, металлический лом.

Данная система реализуется на крупнейшем заводе по переработке ТБО в с. Шишманци, Община «Раковски», Болгария. Завершается изготовление оборудования мощностью 80 т в сутки – 4 установки ША-20 по 20 т в сутки.

Л.А. ИВАНОВ Наноматериалы и нанотехнологии на IX Московском международном салоне инноваций и инвестиций

В настоящее время представленная модель рециклинга отходов нанодеструкцией реализуется для переработки жидких отходов и минеральных субстанций в товарные продукты. В частности, продуктом переработки минеральных субстанций является кварц (диоксид кремния), в различных агрегатных состояниях участвующий в процессе кристаллизации в кремнебетоны.

Таким образом, представленная модель не только практически реализует принцип «3Rs», способствуя повышению экологической и энергетической безопасности, но и может быть расширена до технологий обогащения сырья и производства товарных продуктов.

ООО «ЭкоТехЭнерго» (Россия, Москва)

Научный Интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве»

Одним из наиболее перспективных направлений развития науки, технологий и промышленности сегодня являются нанотехнологии и наноиндустрия. Особенно это касается тех отраслей экономики, от состояния которых зависит решение многих социально-экономических вопросов. Строительство является как раз той отраслью, от состояния которой зависит будущее страны. Перед строительной отраслью стоит серьезная задача по укреплению своих позиций на отечественном рынке и выходу на внешние рынки. Как никогда сегодня нужны новаторские идеи по развитию отрасли, новые строительные технологии и материалы будущего. А это, прежде всего, наноматериалы и нанотехнологии. В наш век – век информации и новых технологий – для специалистов жизненно необходима площадка для обмена мнениями и получения самой передовой и достоверной информации о «суперматериалах XXI века».

Поэтому по инициативе Российской инженерной академии создано периодическое научное издание «Нанотехнологии в строительстве». Учитывая тот факт, что в настоящее время всё более широкое распространение в мире приобретают информационные технологии, была выбрана электронная форма периодического распространения издания, охватывающая очень большой круг читателей. Создание и использование электронных научных изданий приобрело особое значение, как средство научной коммуникации в образовательной и научной среде.

Идёт постепенное становление и развитие научного Интернет-журнала «Нанотехнологии в строительстве»: вышли три номера издания, журнал включен в систему Российского индекса научного цитирова-

Л.А. ИВАНОВ *Наноматериалы и нанотехнологии на IX Московском международном салоне инноваций и инвестиций*

ния и в международную систему данных по периодическим изданиям, полнотекстовая версия материалов размещается на сайте издания и на сайте Научной электронной библиотеки, краткая информация о публикациях – на сайтах организаций-партнёров.

В журнале публикуют информацию о своих достижениях ведущие ученые, сотрудники научно-исследовательских институтов и научных центров, руководители и специалисты организаций и предприятий, предприниматели. Качество публикуемых материалов и большая популярность в настоящее время такой темы, как нанотехнологии, привлекает внимание всех, кто заинтересован в создании благоприятных условий по увеличению производства и объема продукции в области строительства, выходу организаций на мировой рынок высоких технологий и завоеванию на нем лидирующих позиций.

Размещение материалов в Интернет-журнале «Нанотехнологии в строительстве» выгодно еще и по следующим причинам:

- **наличие полнотекстовой версии материалов в Интернете в свободном доступе в любой точке земного шара** в течение всего года, причем, чем раньше материалы будут размещены, тем более длительное время они будут «работать»;
- **участие фирм в создании единого информационного пространства национальной нанотехнологической сети**, организация разработки и формирования информационных баз данных по различным вопросам нанотехнологий и nanoиндустрии в области строительства;
- **возможность выхода при чтении материала в издании непосредственно на сайты фирм за счет активной ссылки.**

Участники салона и посетители, среди которых присутствовали руководители и специалисты организаций и предприятий, ученые, преподаватели вузов, сотрудники НИИ и научных центров из различных регионов России, стран ближнего и дальнего зарубежья, высоко оценили научно-технический уровень материалов и качество представления информации в издании.

*Российская инженерная академия,
ООО «ЦНТ «НаноСтроительство» (Россия, Москва)*

В насыщенной деловой программе салона, объединенной общей тематикой «Национальные приоритеты развития России: образование, наука, инновации», были представлены механизмы взаимодействия государства и бизнеса, венчурная индустрия в России, развитие инно-

Л.А. ИВАНОВ *Наноматериалы и нанотехнологии на IX Московском международном салоне инноваций и инвестиций*

вационной инфраструктуры, международное инновационное сотрудничество, финансовое обеспечение инновационного развития, презентации, проекты и программы отдельных регионов и компаний, деловые встречи и мастер-классы.

Основным мероприятием деловой программы IX Салона стало пленарное заседание «Эффективное взаимодействие элементов инновационной системы – определяющий фактор формирования экономики, основанной на знаниях». В нём приняли участие: А.А. Фурсенко – министр образования и науки Российской Федерации, Е.Б. Балашов – заместитель руководителя Департамента науки и промышленной политики г. Москвы, Ф.М. Мухаметшин – руководитель Россотрудничества, А.И. Никконен – исполнительный директор РАВИ, С.Н. Афанасьева – генеральный директор ФГУ НИИ РИНКЦЭ.

Одной из главных тем обсуждения стало инновационное предпринимательство в России. По мнению экспертов, в России достаточное количество инновационных проектов, а качество их подготовки остается низким. Не проработана стратегия бизнеса, не определены четкие финансовые потребности. «Но те проекты, которые действительно представляют интерес, без финансирования точно не останутся», – заверил собравшихся министр.

Большой интерес у участников и посетителей салона вызвал семинар «Региональная научно-техническая и инновационная политика: приоритеты и «точки роста». Участников и слушателей семинара было так много, что в зале не хватало мест и многим пришлось стоять не один час, чтобы послушать интересующие темы. В ходе обсуждения была озвучена одна из проблем – низкий уровень конкуренции на местных рынках, где трудится большинство субъектов российских компаний и низкий уровень мобильности рабочей силы. Одна из причин – объективна. Это географическое расположение нашей страны. Участники затронули тему перспективности особых экономических зон, каждая, из которых играет свою определенную роль в экономике страны. Статистика говорит о положительной динамике причин – количество резидентов в ОЭЗ в России ежегодно растет. Среди успешных ОЭЗ названы территории в г. Дубне, г. Томске, г. Санкт-Петербурге. Одно из предложений, прозвучавших на семинаре, – это создание системы предоставления бюджетных средств за счет грантов для поддержки инновационных разработок в регионах.

Интерес у слушателей вызвал и научно-практический семинар «Государственная политика в сфере интеллектуальной собственности». Во

Л.А. ИВАНОВ *Наноматериалы и нанотехнологии на IX Московском международном салоне инноваций и инвестиций*

время презентаций были озвучены некоторые цифры. Так, за 2008 год в Роспатенте было заключено 2744 договора. С 2004 по 2008 годы на 20,7% выросло количество заявок на патенты. Основные разработчики, получившие патенты, заняты в государственных структурах. По данным на 2009 год, из 2030 патентов, выданных Роспатентом, только 30 принадлежит российским правообладателям, остальные – иностранным представителям. По мнению специалистов, такая ситуация затрудняет развитие экономики России, необходимо менять законодательную базу.

Помимо перечисленных, состоялись также следующие мероприятия: круглый стол «Взаимодействие власти, науки и бизнеса через механизм «Запросов на инновации»: опыт и перспективы»; круглый стол «Экспорт образовательных услуг»; панельная дискуссия «Развитие малых инновационных компаний: проблемы инноваторов – глазами инноваторов»; семинар «Малое инновационное предпринимательство Москвы: проблемы и перспективы» и др.

На IX Салоне проводилась большая конкурсная программа инновационных разработок. Профессиональный международный экспертный совет рассмотрел более 750 представленных на конкурс разработок. Золотыми медалями IX Салона было удостоено 161 изобретение; Серебряными – 221; Бронзовыми – 137. Дипломами салона награждены 240 разработок. Главный приз салона – Гран-при был вручен Томскому государственному университету за «Технологии получения глиоксаля с применением наноструктурных катализаторов». Также были вручены 35 специальных дипломов и призов от представителей зарубежных ассоциаций изобретателей.

На торжественной церемонии награждения присутствовали: статс-секретарь – заместитель министра образования и науки Российской Федерации Юрий Сентюрин, начальник Управления инновационного развития и инфраструктуры Роснауки А.В. Суворинов, академик РАН, директор Инновационного центра РАН В.М. Бузник. Юрий Сентюрин поздравил победителей и поблагодарил всех участников салона. Он выразил надежду, что в следующем году экспонентов будет еще больше и пригласил всех на юбилейный, X Московский международный салон инноваций и инвестиций.

IX Московский международный салон инноваций и инвестиций показал возросшую конкурентоспособность и инвестиционную привлекательность представленных российских разработок. Подобные меро-

Л.А. ИВАНОВ *Нanomатериалы и нанотехнологии на IX Московском международном салоне инноваций и инвестиций*

приятия могут стать серьезным стимулом для реального продвижения и поддержки российской науки и промышленности как на общероссийском, так и на международном уровне.

Редакция благодарит генерального директора ООО «ЭкоТехЭнерго» Александра Борисовича ШАПОВАЛОВА и исполнительного директора ООО «ПЕРЕДОВЫЕ ПОРОШКОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» Елену Сергеевну ФИРСОВУ за помощь в подготовке статьи.

Более подробную информацию о IX Московском международном салоне инноваций и инвестиций и условиях участия в X Салоне можно узнать у организаторов на сайте www.innovex.ru.

Редакция электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» приглашает участников IX Московского международного салона инноваций и инвестиций и всех специалистов к публикации информации о своих достижениях.

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



ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

THE PATENT REVIEW

УДК 69

КУЗЬМИНА Вера Павловна, канд. техн. наук, директор ООО «Колорит-Механохимия», Россия

KUZMINA Vera Pavlovna, Cand. Sc. (engineering), Director of Open Company
«COLORIT-MEHANOHIMIA», Russian Federation

НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

NANOTECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION

Дан анализ патентной информации о нанодобавках и прикладных нанотехнологиях. Изобретения могут применяться в промышленности, гражданском и промышленном строительстве, а также при возведении сооружений специального назначения.

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

Ключевые слова: патент, изобретение, нанобетон, нанотехнология, нанодобавка, наноприемь, нанообъекты, наночастицы, наномасштаб, наноструктурированные материалы, строительные композиционные материалы.

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

Бетоны и строительные растворы, полученные из цемента, извести, гипса или их смесей в различном сочетании, содержащие в качестве заполнителя песок, щебень, гравий и т. п., обычно имеют недостаточные для успешной эксплуатации показатели прочности при растяжении и трещиностойкость, а главное – отличаются **неравномерностью** (анизотропностью) **механических свойств** [1].

С целью упрочнения в бетонные композиции вводят стальные стержни или арматуру. Железобетон, полученный таким образом, имеет достаточную для успешной эксплуатации прочность. Однако такие недостатки, как низкая трещиностойкость и анизотропность, до конца не устраняются при армировании бетона; коэффициент использования стальной арматуры не превышает 4,5.

Для повышения равномерности физико-механических свойств по объему (тропности) строительных материалов в композиции для их получения вводят дисперсно-распределенные армирующие элементы, такие как стальные, искусственные, асбестовые или деревянные волокна (фибры).

Известна композиция для получения фибробетона, включающая цемент в качестве минерального вяжущего, воду, песок, в качестве заполнителя, и стальную фибру – до 10% от массы композиции. У фибробетона, изготовленного из указанной композиции, увеличивается прочность при растяжении, повышается трещиностойкость и стойкость к истиранию, однако прочность на сжатие повышается только на 10–20%.

Недостатком данной композиции является то, что армирование бетона стальной фиброй происходит на макроуровне без изменения структуры цементного камня. Кроме того, для изготовления такой композиции требуется специальное оборудование – вибросито, «беличьи колеса», смесители принудительного действия с большим потреблением энергии.

Также известна композиция для получения строительных материалов, включающая минеральное вяжущее – цемент, воду и до 15 мас.% тонковолокнистого асбеста [2].

Добавка тонковолокнистого асбеста приводит к тому, что возрастает и прочность при сжатии, и прочность на растяжение при изгибе изделия. Макроизотропность свойств этой композиции выше макро-

изотропности сталефибробетона. Недостатком такой композиции является то, что структура цементного камня остается без изменений, что проявляется в невысоких показателях ударной вязкости.

Наиболее близкой по совокупности существенных признаков к заявляемой относится композиция для получения строительных материалов, которая содержит связующее, выбранное из группы, включающей цемент, известь, гипс или их смеси и воду [3].

Указанная композиция может также содержать легкий наполнитель, такой как вспученный перлит или вермикулит, или шлак, или золу ТЭС и др. Композиция используется для изготовления внутреннего слоя слоистых материалов.

Панели из указанных материалов легкие (плотность – 0,32–0,36 г/см³), но их прочность на растяжение при изгибе не велика – 0,35–0,55 МПа. Эти значения достаточны для целей указанного изобретения, но слишком низки для строительных материалов.

КОМПОЗИЦИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Патент № 2233254

Изобретение относится к составам на основе минеральных вяжущих, таких как цемент, известь, гипс или их смеси, и может найти применение в промышленности строительных материалов при изготовлении бетона, фибробетона, цементно-волокнистых строительных материалов, шифера, штукатурки, отделочных покрытий, в том числе лепнины. Технический результат заключается в повышении физико-механических характеристик изделий.

Сущность изобретения заключается в том, что композиция для получения строительных материалов, содержащая минеральное вяжущее, выбранное из группы, включающей цемент, известь, гипс или их смеси и воду, дополнительно содержит углеродные кластеры фуллероидного типа с числом атомов углерода 36 и более. Причем компоненты взяты в следующих соотношениях, мас. % : минеральное вяжущее – 33–77; углеродные кластеры фуллероидного типа – 0,0001–2,0; вода – остальное.

Композиция может дополнительно содержать технологические добавки: заполнители, наполнители, армирующие элементы и химические добавки.

В качестве углеродных кластеров фуллероидного типа композиция может включать полидисперсные углеродные нанотрубки или смесь нанотрубок с фуллеренами с числом атомов углерода 36 и более, или

полиэдральные многослойные углеродные наноструктуры фуллероидного типа с межслоевым расстоянием 0,34–0,36 нм и размером частиц 60–200 нм.

Нанотрубки получены так, как это описано в [4], фуллерены – как в [5], полиэдральные многослойные углеродные наноструктуры с межслоевым расстоянием 0,34–0,36 нм и размером частиц 60–200 нм выделены заявителем из корки катодного депозита, полученного в пламени дугового разряда в атмосфере гелия путем последовательных операций окисления в газовой и в жидкой фазе и идентифицированы им.

Углеродные кластеры вводятся в композицию в виде водной дисперсии.

В качестве заполнителей композиция может включать песок, щебень, гравий, гальку, шлаки, камни и т. п. В качестве наполнителей композиция может содержать мелкодисперсные, с диаметром частиц менее 0,1 мм, твердые вещества, полученные путем помола, конденсации или другими способами. Это, например, могут быть молотые песок, руда, шлаки, кремнеземсодержащие вещества и т. п.

В качестве армирующих элементов композиция может содержать стальную арматуру, фибру различных видов, стружку и т. д. Армирующие элементы еще более увеличивают прочностные показатели, трещиностойкость и ударную вязкость изделий.

В качестве химических добавок композиция может содержать вещества, влияющие на скорость схватывания или твердения, и меняющие реологические свойства смеси или температуру протекания процесса, пенообразующие, гидрофобизирующие, бактерицидные и т. п.

Композиция может и не содержать химических добавок, заполнителей, наполнителей или армирующих элементов, или включать отдельные из них.

Заявителям не известно использование углеродных кластеров фуллероидного типа в композициях на основе минеральных вяжущих.

Изобретение поясняется примерами, но не ограничено ими.

Пример 1

В смеситель роторного типа с рабочим объемом 0,3 м³ загрузили в качестве минерального вяжущего 40 кг портландцемента и 8 кг модификатора бетона – порошкообразного продукта, содержащего кремнезем, суперпластификатор и регулятор твердения бетона МБ-01 производства «Предприятия Мастер-Бетон». Всего загружено 77 мас.% минерально-

го вяжущего. Далее в смеситель загрузили 40 кг (83,3 мас.ч. на 100 ч минерального вяжущего) кварцево-полевошпатного песка в качестве заполнителя (технологическая добавка).

Сухие смеси перемешали и при непрерывном перемешивании в смеситель влили 12 кг воды, содержащей 0,001 кг (0,002 масс. %) углеродных нанотрубок. Смесь перемешивали 2 минуты и разлили в кубические формы со стороной 100 мм и призматические формы размером 100x100x400 мм. Состав отвердевал в течение 28 суток в нормальных условиях.

На полученных образцах определили прочность на сжатие (МПа) и прочность на растяжение при изгибе (МПа) по ГОСТ 10180–90.

Состав композиции и прочностные показатели приведены в таблице.

Пример 2 (контрольный)

Композицию получали как в *Примере 1*, но в отсутствие углеродных кластеров.

Состав композиции и физико-механические свойства, которые уступают свойствам композиции по *Примеру 1*, приведены в таблице.

Пример 3

Композицию получали как в *Примере 1*, но в качестве углеродных кластеров ввели полиэдральные многослойные углеродные структуры с межслоевым расстоянием 0,34–0,36 нм и средним размером частиц 60–200 нм.

Состав композиции и физико-механические свойства, которые выше свойств композиции по *Примеру 2*, но ниже свойств композиции по *Примеру 1*, приведены в таблице.

Пример 4

Композицию получали, как в *Примере 1*, но в качестве углеродных кластеров ввели смесь полидисперсных углеродных нанотрубок и фуллерена C₆₀, взятых в соотношении 3:1. Дополнительно в композицию ввели армирующий элемент – стекловолокно длиной 7–19 мм.

Состав композиции и физико-механические свойства, которые выше свойств композиции в *Примере 2*, но ниже свойств композиции в *Примере 1*, приведены в таблице.

Состав композиций и физико-механические показатели

Пример	1	2к	3	4	5	6к	7	8к	9	10к	11	12к
I. Состав композиций (% масс)												
1. Минеральное вяжущее:												
– цемент	77	77	77	77	68	68	–	–	50	50	–	–
– известь	–	–	–	–	–	–	–	–	20	20	33	33
– гипс	–	–	–	–	–	–	40	40	–	–	–	–
2. Углеродные кластеры:												
– нанотрубки	0,002	–	–	0,00008	0,002	–	0,002	–	–	–	–	–
– фуллерены	–	–	–	0,00002	–	–	–	–	–	–	–	–
– полиэдральные многослойные наноструктуры	–	–	0,02	–	–	–	–	–	0,02	–	0,02	–
3. Вода	22,998	23	22,98	22,9999	31,998	32	59,998	60	29,98	30	66,98	67
4. Технологические добавки (масс. ч. на 100 ч. минерального вяжущего)	120	120	120	120	252	252	–	–	100	100	233	233
II. Прочностные показатели (МПа):												
– прочность на сжатие	69	53	67	62	70	51	19	10	22	12	1,5	1,2
– прочность на растяжение при изгибе	7,5	5,3	7,1	6,9	10,2	10	7	4,5	2,3	1	0,15	0,1

Пример 5

Композиция получена и исследована как в *Примере 1*, но в качестве минерального вяжущего взяли 25 кг (68 мас.%) минерального вяжущего низкой водопотребности марки ВНВ-100, включающего тонкодисперсный цемент и суперпластификатор С-3 (натриевая соль поликонденсата нафталинсульфокислот и формальдегида, сульфата натрия и натриевой соли лигносульфоновой кислоты). В качестве наполнителя и заполнителя в композицию ввели 56 кг гематита; дополнительно в композицию ввели 5 кг стальной фибры в качестве армирующего материала. Всего взято 244 масс. ч. технологических добавок на 100 масс. ч. минерального вяжущего.

Состав композиции и физико-механические показатели приведены в таблице.

Пример 6 (контрольный)

Композицию получили как в *Примере 5*, но не добавляли углеродных нанотрубок.

Состав композиции и физико-механические показатели, которые ниже показателей композиции в *Примере 5*, приведены в таблице.

Пример 7

В смеситель загрузили 40 кг (40 мас.%) полуводного гипса ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{H}_2\text{O}$) и при перемешивании добавили 59,998 кг воды, содержащей 0,002 кг (0,002 мас.%) полидисперсных углеродных наноструктур. После перемешивания из раствора отлили образцы размером 40х40х160 мм. Образцы твердели в течение 2 часов при температуре 60°C. Испытания прочности при изгибе и сжатии проводили по ГОСТ 310.4-81.

Состав композиции и физико-механические показатели приведены в таблице.

Пример 8 (контрольный)

Композиция получена и испытана как в *Примере 9*, но она не включала углеродных кластеров. Состав композиции и физико-механические показатели, которые ниже показателей композиции по *Примеру 7*, приведены в таблице.

Пример 9

В смеситель загрузили 25 кг (52 мас.%) цемента, 10 кг (20,8 мас.%) гашеной извести и 50 кг кварцевого песка, то есть 143 мас.ч. технологической добавки на 100 мас.ч. минерального вяжущего. После смешения сухих компонентов при перемешивании в смеситель загрузили 13 кг воды, содержащей 0,02 кг (0,04 мас.%) полиэдральных многослойных углеродных наноструктур. После перемешивания из полученной массы отлили кубические образцы размерами 100х100х400 мм. Состав отвердевал на воздухе в течение 28 суток в нормальных условиях.

Испытания на сжатие и на изгиб проводили по ГОСТ 10180-90.

Состав композиции и физико-механические показатели приведены в таблице.

Пример 10 (контрольный)

Композиция получена и испытана как в *Примере 9*, но без введения углеродных кластеров. Состав композиции и физико-механические показатели, которые ниже таких же показателей в *Примере 9*, приведены в таблице.

Пример 11

В смеситель загрузили 10 кг (35,7 мас.%) гашеной извести и 18 кг воды, содержащей 0,02 кг (0,07 мас.%) полиэдральных многослойных углеродных наноструктур.

После смешения в известковое тесто при перемешивании добавили 70 кг (100 мас.ч. технологической добавки на 100 мас.ч. минерального вяжущего) песка. Из смеси изготовили образцы размером 40х40х160 мм, которые отвердевали на воздухе при 15°C в течение 28 суток. Испытания на прочность при сжатии и на растяжение при изгибе проводились по ГОСТ 310.4-81. Состав композиции и физико-механические показатели приведены в таблице.

Пример 12 (контрольный)

Композиция получена и испытана как в *Примере 11*, но без введения углеродных кластеров. Состав композиции и физико-механические показатели, которые ниже, чем показатели композиции в *Примере 11*, приведены в таблице.

Как видно из таблицы, во всех случаях добавление углеродных кластеров, даже в количестве 0,0001 мас. % (*Пример 4*), приводит к возрастанию как прочности при сжатии, так и прочности при изгибе.

Микрофибрилы меняют внутреннюю структуру цементного камня, улучшая прочностную однородность материала за счет ненаправленного увеличения сцепления микрофибрил между собой.

График, отражающий зависимости между напряжением (σ) и деформациями (E), построен на основе испытаний на растяжение при изгибе композиций, усиленных стальной фиброй.

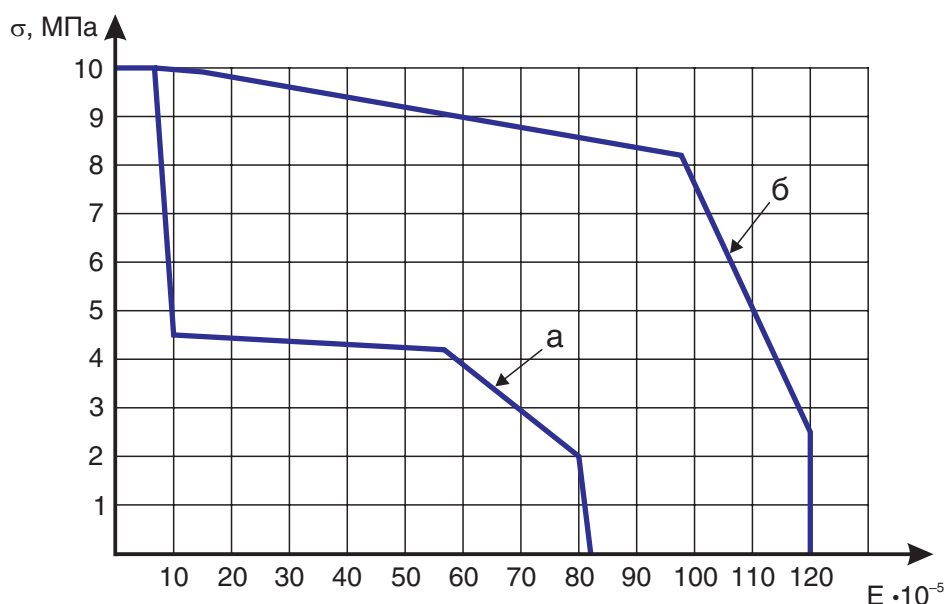


График зависимости между напряжением и деформациями

Представленный график зависимости между напряжением (σ) и деформациями (E), построен на основе испытаний на растяжение при изгибе композиций, усиленных стальной фиброй (*Примеры 5 и 6 контр.*).

Кривая а) относится к контрольной композиции (фибробетон), кривая б) – к композиции сталефибробетона с добавками полидисперсных углеродных нанотрубок (фибробетон с нанотрубками).

Площадь под диаграммой, соответствующая работе разрушения, в 2,6 раза больше, чем для контрольной диаграммы. Изменился также характер разрушения: увеличились предельные и запредельные деформации, появилась площадка текучести. Результаты исследова-

ний свидетельствуют о том, что при внутреннем структурировании цементного камня затраты энергии на разрушение увеличиваются в несколько раз.

Как видно из таблицы, во всех случаях, добавление углеродных кластеров, даже в количестве 0,0001 мас.% (Пример 4), приводит к возрастанию как прочности при сжатии, так и прочности при изгибе.

Микрофибрилы меняют внутреннюю структуру цементного камня, улучшая прочностную однородность материала за счет ненаправленного увеличения сцепления микрофибрил между собой.

Формула изобретения

1. Композиция для получения строительных материалов на основе минерального вяжущего включает минеральное вяжущее, выбранное из группы, содержащей цемент, известь, гипс или их смеси, и воду, и отличается тем, что она дополнительно содержит углеродные кластеры фуллероидного типа с числом атомов углерода 36 и более при следующем соотношении компонентов в композиции, мас.%:

минеральное вяжущее	33–77
углеродные кластеры фуллероидного типа	0,0001–2,0
вода	остальное.

2. Композиция по п.1 отличается тем, что в качестве углеродных кластеров фуллероидного типа она содержит полидисперсные углеродные нанотрубки.

3. Композиция по п.1 отличается тем, что в качестве углеродных кластеров фуллероидного типа она содержит полиэдральные многослойные углеродные наноструктуры с межслоевым расстоянием 0,34–0,36 нм и размером частиц 60–200 нм.

4. Композиция по п.1 отличается тем, что в качестве углеродных кластеров фуллероидного типа она содержит смесь полидисперсных углеродных нанотрубок и фуллерена C₆₀.

5. Композиция по п.1 отличается тем, что она дополнительно содержит технологические добавки, взятые в количестве 100–250 мас.ч. на 100 мас.ч. минерального вяжущего.

Уважаемые коллеги!

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

Кузьмина В.П. Нанотехнологии в строительстве // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2009, Том 1, № 3. С. 67–77. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_3_2009.pdf (дата обращения: ____).

Dear colleagues!

The reference to this paper has the following citation format:

Kuzmina V.P. Nanotechnologies in construction. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2009, Vol. 1, no. 3, pp. 67–77. Available at: http://www.nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_3_2009.pdf (Accessed ____). (In Russian).

Библиографический список:

1. Рабинович Ф.Н. Дисперсно-армированные бетоны. М.: Стройиздат, 1989. С. 176.
2. Горчаков Г.И. Строительные материалы / Горчаков Г.И., Баженков Ю.М. – М.: Стройиздат, 1986. С. 688.
3. Патент №2085394 РФ, МПК6 В 32 В 13/02 Композиционный материал «МИЛЕНИТТ-ЭТП» / Точилин Е.А. Заявлено 16.02.1994. Опубл. 27.07.97.
4. *Yamamura M.* et al. Japan Y Appl. Phys., 1994. V. 33 (2). L 1016.
5. Фуллерены / Белоусов В. П., Будтов В. П., Данилов О. Б. и др. // Оптический журнал, 1997. Т. 64. №12. С. 3.

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

УДК 691

Светлана СТРОГАНОВА, директор «Euro-Expo.ru», Россия

Svetlana STROGANOVA, «Euro-Expo.ru» Director, Russian Federation

О НАНОМЕРОПРИЯТИЯХ В МИРЕ

ABOUT NANOEVENTS IN THE WORLD

Приведен обзор нескольких международных мероприятий, посвященных нанотехнологиям. Это специализированная выставка и конференция «Nanotech 2009», Международная конференция результатов воздействия наночастиц и наноматериалов на окружающую среду 2009 – Environmental Effects of Nanoparticles and Nanomaterials 2009, Международная Конференция Тенденции в области Нанотехнологий TNT 2009, конференция S.NET, конференция по теме: «Прорыв в микро- и нанотехнологиях» MNBC 2009.

There is a review of several international events concerning nanotechnologies. They are specialized exhibition and conference «Nanotech 2009», International conference devoted to the influence of nanoparticles and nanomaterials on the environment – Environmental Effects of Nanoparticles and Nanomaterials 2009, International Conference Tendencies in nanotechnologies TNT 2009, conference S.NET, conference on the theme: «Breakthrough in micro- and nanotechnologies» MNBC 2009.

Ключевые слова: мероприятия, нанотехнологии, nanoиндустрия, конференция, выставка, страны мира, коммерциализация открытий, нанотехнологическое сообщество, «зеленое» строительство, nanoотрасль, бетонное производство.

Key-words: events, nanotechnologies, nanoindustry, conference, exhibition, world countries, commercialization of discoveries, nanotechnological society, «green» construction, nanobranch, concrete production.

Мировая индустрия нанотехнологий – уникальная по возможностям отрасль для воплощения передовых инновационных идей, реализации амбициозных инвестиционных проектов. Эта молодая отрасль науки и промышленности нуждается в сотрудничестве и обмене опытом ведущих специалистов и ученых всего мира. Нанотехнологии широко применяются в мире в энергетике, экологии, строительстве и других отраслях.

В последнее время во всем мире наблюдается увеличение числа мероприятий, посвященных нанотехнологиям. Все больше стран занимается внедрением нанотехнологий в промышленность. Даже страны третьего мира уделяют внимание этой теме, т. к. подобные технологии позволяют снижать затраты и улучшать качество продукции.



Посещение мероприятий, посвященных развитию нанотехнологий, является важным фактором в развитии предприятия, так как позволяет профессионалам и руководящему составу всегда быть в курсе новейших разработок, инноваций и самых современных решений. Это прекрасная возможность рассказать о своей фирме, узнать больше о современном развитии рынка в интересующей вас области, завязать новые деловые контакты.

Ниже приведен обзор нескольких мероприятий международного значения, посвященных нанотехнологиям.

Выставка и конференция «Nanotech 2009»

Вопросы перспектив развития и применения нанотехнологий обсуждались на выставке и конференции «Nanotech 2009», которые прошли с 3 по 7 мая в Хьюстоне, штат Техас (США). В конференции принимали участие более 3500 ученых, руководителей предприятий, инженеров и бизнесменов, представители различных предприятий и организаций.



Первая конференция и выставка Нанотехнологий – Nanotech 1998 была проведена в Санта-Кларе, столице Силиконовой Долины, в американском штате Калифорния. Группа из 250 ученых и исследователей собралась, чтобы обсудить события, новшества и исследования в активно растущей, но все еще считающейся новой науке нанотехнологии. Ме-

Светлана СТРОГАНОВА О наномероприятиях в мире

роприятие, спонсируемое и организованное Мэтью Лодоном и Бартом Ромэноуиксом из Института Нанонауки и техники, было таким успешным, что его решили сделать ежегодным.

Около 3 555 посетителей было зарегистрировано на конференции и выставке в 2009 году, что говорит о высочайшем интересе к нанотехнологиям во всем мире. Каждый год расширяется спектр обсуждаемых на конференции вопросов, растет аудитория. Сегодня Nanotech по праву получила титул крупнейшей в мире международной конференции по нанотехнологиям.



Теперь спектр обсуждаемых вопросов не ограничивается исключительно научными исследованиями, разработками и применением нанотехнологий. Сегодня Nanotech обращается также к инвесторам, вкладчикам капитала в предприятия, использующие новые технологии, и руководящим работникам, заинтересованным тем, как при помощи нанотехнологий можно вести бизнес в XXI веке.

Список спикеров и приглашенных гостей в 2009 году был внушительным. С российской стороны спикером выступал Анатолий Чубайс, в сентябре 2008 года назначенный указом Президента РФ генеральным директором ГК «Роснанотех». Он также выступал руководителем делегации ГК «Роснанотех» на конференции Nanotech 2009, целью поездки которой было знакомство с опытом построения американских институтов инновационного развития и поиск потенциальных партнеров. Кроме того, ГК «Роснанотех» приняла участие в выставке, проходящей в рамках Nanotech 2009.

Одной из поднимаемых тем на конференции было «Зеленое строительство» (Green Building) с использованием нанотехнологий. Это одна из самых срочных задач в области охраны окружающей среды в настоящее время. Здания производят 40% выброса углерода, 40% твердых отходов и потребляют 40% нашей энергии. Теперь строительная отрасль хочет принять участие в спасении планеты, используя, в том числе, нанотехнологии в строительстве.

Объемы «Зеленого строительства», которое призвано уменьшить затратность, токсичность, расход и потребление энергоресурсов в зданиях, на американском строительном рынке составляют \$12 миллиардов из \$142 миллиардов объемов затрат на строительство в целом. И эта цифра растет очень стремительно, т. к. и



Светлана СТРОГАНОВА О наномероприятиях в мире

федеральное правительство, и такие города как Чикаго и Сиэтл присоединяются к частным владельцам в требовании, чтобы новые здания проходили проверку по критериям, разработанным лидерами американского совета по «Зеленому строительству».

Чтобы «поймать» эту пользующуюся большим спросом «волну», архитекторы используют не только уже опробованные и доказавшие свою «чистоту» технологии, такие как сила ветра и солнечная энергия, но и новые, появляющиеся технологии. Конвергенция «Зеленого строительства» и чистых технологий дает возможность не только существенно усовершенствовать борьбу за окружающую среду и за здоровье человека и экомедицину, но и получить приоритетные экономические возможности.



На конференции выступало много представительных гостей со всего мира: мэр города Хьюстона Уильям Вайт; Рэй О. Джонсон – технический директор Lockheed Martin Corporation; Лари Келлер – генеральный директор Continental Airlines Inc.; Пол Дикерсон – партнер Haynes and Boone, LLP, бывший главный специалист департамента по энергетике и возобновляемой энергии; Дан Арвизу – директор Энергетического Департамента США и лаборатории по возобновляемой энергии; Роберт Дж. Кампф – административный директор Bayer MaterialScience LLC; Джон Мендельсон – президент Ракового центра Мр. Андерсона Техасского медицинского университета; Кертис Р. Фрэйзиер – вице-президент Shell Gas & Power и другие высокопоставленные чиновники и известные бизнесмены.

Международная конференция результатов воздействия наночастиц и наноматериалов на окружающую среду 2009 Environmental Effects of Nanoparticles and Nanomaterials 2009

Четвертая международная конференция результатов воздействия наночастиц и наноматериалов на окружающую среду – Environmental Effects of Nanoparticles and Nanomaterials 2009 прошла в Университете Вены с 6 по 9 сентября 2009 года. Конференция, организованная доктором Каммером и профессором Хофманном, была проведена в Department of Environmental Geosciences и пользовалась неизменным успехом, как и прошлогодняя выставка в Бирмингеме. Во время конференции прошли публичные обсуждения и практические занятия по темам: окружаю-

щая среда и биогеохимия; биология, экотоксикология и биологические воздействия; химические и физические свойства производства или природных наночастиц; применение нанотехнологий в окружающей среде и производстве; правила, регистрация, политика и общественное восприятие нанотехнологий.

Тенденции в области нанотехнологий TNT 2009

Trends in Nanotechnology TNT 2009

Международная Конференция Тенденции в области Нанотехнологий TNT 2009 прошла с 7 по 11 сентября 2009 года в Барселоне (Испания). Одна из важнейших основных задач конференции – дать возможность молодым исследователям не только представить свои последние работы, но и пообщаться с маститыми экспертами высочайшего уровня. На конференции были представлены результаты текущих исследований в области нанонауки и нанотехнологий, а также достижения в исследованиях, проводимых в рамках специальных Европейских и национальных программ. Предыдущие конференции TNT показали свою исключительно высокую эффективность в передаче опыта и научной информации. На сегодня TNT является одной из лучших Европейских конференций, посвященных нанотехнологиям, и объединяет в среднем порядка 400 участников со всего мира.

Конференция по нанотехнологиям NanoBusiness 2009

NanoBusiness Conference 2009

Участники конференции Nanobusiness 2009 (Чикаго, США) получили уникальную возможность ознакомиться с инновационными стратегиями лучших предприятий, работать с инновационными лидерами, досконально изучить презентации руководителей бизнеса и принять участие в образовательных программах, дающих всесторонний обзор новой технологии.

Ежегодная конференция Nanobusiness включает презентации руководителей бизнеса, где рассматриваются вопросы, связанные с нанотехнологией и инвестированием, коммерциализацией, экономическим развитием, экологией, здоровьем и безопасностью, а также глобальными возможностями.

Темы конференции: экологически чистая энергия и фильтрация воды; современные материалы, в том числе строительные; электро-

ника следующего поколения; медицинская диагностика и фармацевтика.

В конференции участвовали руководители, инвесторы, предприниматели, ученые, инженеры и правительственные чиновники.

Общество по изучению нанонауки и развивающихся технологий S.NET 2009

Society for the Study of Nanoscience and Emerging Technologies

Первая ежегодная конференция S.NET 2009 прошла с 8 по 11 сентября 2009 года в Сиэтле (США). Ожидается, что конференция станет международной организацией для открытого интеллектуального обмена мнениями, для продвижения знаний и понимания значения нанотехнологий в науке.

На конференции S.NET 2009 были представлены различные общества, точки зрения и методологии по социальным и общечеловеческим вопросам. Приветствовалось сотрудничество ученых и инженеров с критическим взглядом на нанотехнологии и соответствующее развитие.

Шестая ежегодная конференция по теме: «Прорыв в микро- и нанотехнологиях» MNBC 2009

Sixth Annual Micro Nano Breakthrough Conference

Шестая ежегодная конференция по теме: «Прорыв в микро- и нанотехнологиях» MNBC 2009 прошла с 21 по 23 сентября Портленде (США). В эти трудные времена экономического кризиса лишь одно остается неизменным: инновации, приводящие к повышению продуктивности, являются базисом для процветающих, хорошо зарабатывающих региональных экономик, и коммерциализированные научные исследования – это лучший и наиболее надежный источник инновационного развития. На конференции обсуждались следующие основные темы: современные наноматериалы для сохранения энергии, сенсорные системы, микротехнологии для применения энергии, наномедицина и нанобиотехнологии, биоконъюгация и нанопленка, нанотехнологии для обнаружения болезни и доставки лекарства, фотоника и другие темы.

Увеличивающееся с каждым годом количество международных мероприятий, посвященных развитию и внедрению новых наноматери-

Светлана СТРОГАНОВА О наномероприятиях в мире

лов в строительстве, говорит о том, что эти «прорывные технологии» открывают новые границы в строительстве «зеленых» зданий, предлагая беспрецедентную эффективность в их использовании, длительности их эксплуатации, повышении устойчивости строений, улучшении экологических показателей и, безусловно, экономическую выгоду от использования нанотехнологий в строительстве.

Более подробную информацию о международных наномероприятиях можно получить на сайте www.Euro-Expo.ru

Электронное издание «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» осуществляет информационную поддержку российских делегаций на международных мероприятиях, посвященных нанотехнологиям. Редакция приглашает к сотрудничеству российских и зарубежных участников наномероприятий.

Уважаемые коллеги!

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

Строганова С.О наномероприятиях в мире // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2009, Том 1, № 3. С. 79–85. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_3_2009.pdf (дата обращения: ____).

Dear colleagues!

The reference to this paper has the following citation format:

Stroganova S. About nano-events in the world. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2009, Vol. 1, no. 3, pp. 79–85. Available at: http://www.nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_3_2009.pdf (Accessed ____). (In Russian).

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



В МИРЕ КНИГ

IN THE WORLD OF THE BOOKS

Научно-техническая литература. Наноматериалы и нанотехнологии

Основными направлениями деятельности ООО «Техинформ» являются:

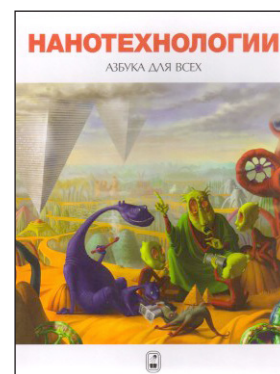
- распространение технической и учебной печатной продукции, как новинок, так и изданий, вышедших после 1940 года;
- организационная поддержка проведения конференций и выставок (в частности, Конгресс обогатителей стран СНГ);
- издание справочной и реферативной литературы;
- информационное обслуживание предприятий горно-металлургической отрасли и др.

В ООО «Техинформ» создана система *информационного обслуживания*, которая позволяет регулярно получать по электронной почте разнообразнейшую научно-техническую информацию. ООО «Техинформ» предлагает специалистам научно-техническую литературу по различным направлениям, в частности, наноматериалы и нанотехнологии.

Нанотехнологии. Азбука для всех

Ю.Д. Третьяков

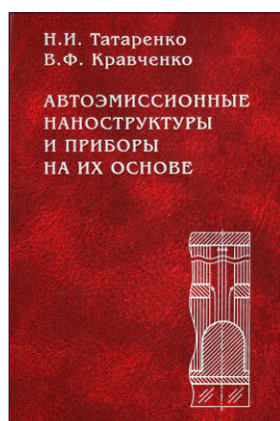
Книга (2008 г., 368 с.) адресована широкому кругу читателей – от школьников и домохозяек до научных сотрудников и кабинета министров РФ, желающих ознакомиться с современными тенденциями и разобраться в значении модного сегодня слова нанотехнология.



В этой книге авторы постарались наиболее просто объяснить сложные даже для ученых термины и понятия, наиболее часто встречающиеся в СМИ и научной литературе.

Автоэмиссионные наноструктуры и приборы на их основе

Н.И. Татаренко, В.Ф. Кравченко



Издание (2006 г., 192 с.) включает анализ современного состояния и тенденций развития вакуумной микро- и наноэлектроники. Рассмотрены физико-химические основы процесса создания нового класса автоэмиссионных наноструктур на базе нанопористого анодного оксида алюминия. Приведены результаты исследований их геометрических параметров, элементного состава и эмиссионных характеристик. Представлена принципиально новая интегральная технология создания наноструктурных автоэлектронных микроприборов и систем их межсоединений на основе тонких пленок вентильных металлов и их анодных оксидов. Изложены физические основы процедуры моделирования и расчета характеристик этих микроприборов. Приведены их экспериментальные и расчетные характеристики.

В этой книге авторы постарались наиболее просто объяснить сложные даже для ученых термины и понятия, наиболее часто встречающиеся в СМИ и научной литературе.

Для научных и инженерно-технических работников, аспирантов и студентов старших курсов, специализирующихся в области физической электроники, микро- и наноэлектроники.

Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии

А.И. Гусев

В книге (2007 г., 416 с.) систематически излагается современное состояние исследований нанокристаллических материалов. Обобщаются экспериментальные результаты по влиянию нанокристаллического состояния на микроструктуру и механические, теплофизические, оптические, магнитные свойства металлов, сплавов и твердофазных соеди-

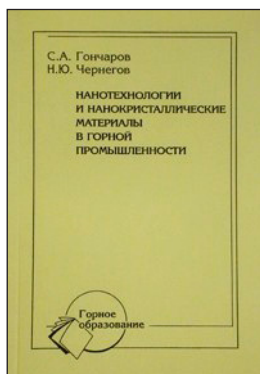


нений. Рассматриваются основные методы получения изолированных наночастиц, ультрадисперсных порошков и компактных нанокристаллических материалов. Подробно обсуждаются размерные эффекты в изолированных наночастицах и компактных нанокристаллических материалах, показана важная роль границ раздела в формировании структуры и свойств компактных наноматериалов. Проводится анализ модельных представлений, объясняющих особенности строения и аномальные свойства веществ в нанокристаллическом состоянии.

Для специалистов в области физики твердого тела, физической химии, химии твердого тела, материаловедения, для студентов и аспирантов соответствующих специальностей.

Нанотехнологии и нанокристаллические материалы в горной промышленности

С.А. Гончаров, Н.Ю. Чернегов



В книге (2006 г., 100 с.) приведены сведения о нанопроцессах при разрушении горных пород и нанокристаллических конструктивных материалах для изготовления горного, транспортного, обогащательного оборудования значительно меньшей массы с увеличенной прочностью и надежностью.

Для студентов вузов, обучающихся по специальности «Физические процессы горного или нефтегазового производства» направления подготовки дипломированных специалистов «Горное дело».

Военные нанотехнологии. Возможности применения и превентивного контроля вооружений

Ю. Альтман

Монография (2008 г., 424 с.) является первым систематическим обзором потенциальных военных приложений нанотехнологии. В ближайшие 10–20 лет могут быть созданы сверхмалые компьютеры, более легкие и прочные материалы, новые типы оружия и даже имплантанты,

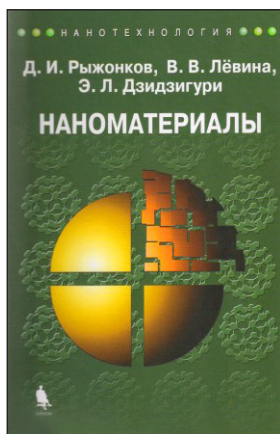


вводимые в организм военнослужащих. Перспективы военных нанотехнологий рассматриваются прежде всего с точки зрения международной безопасности и предотвращения новой гонки вооружений.

Монография будет полезна ученым, инженерам и преподавателям высшей школы, студентам и аспирантам, бакалаврам и магистрам, специализирующимся в области нанотехнологий и наноматериалов, микро- и наносистемной техники.

Наноматериалы

Д.И. Рыжонков, В.В. Левина, Э.Л. Дзидзигури



В издании (2008 г., 365 с.) рассмотрены различные методы получения ультрадисперсных (нано-) материалов – механические, физические, химические, биологические. Обобщены современные представления об электрических, магнитных, тепловых, оптических, диффузионных, химических и механических свойствах наноматериалов. Подчеркнута и продемонстрирована зависимость этих свойств от структуры материала и геометрических размеров наночастиц. Значительное внимание уделено вопросам хранения и транспортировки наноматериалов.

Для студентов, обучающихся по специальностям «Физико-химия процессов и материалов», «Наноматериалы», «Порошковая металлургия, композиционные материалы, покрытия», а также для преподавателей, аспирантов, слушателей курсов повышения квалификации.

С полным перечнем литературы можно ознакомиться на сайте www.tbooks.ru. Помимо книг, представленных в магазине, Вы можете оставить заявку на интересующие издания, и Вам окажут помощь в их поиске и приобретении.

Контактная информация для переписки: e-mail: tbooks@mail.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 (текстовый 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.
- Подрисуточные 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)

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

Контактная информация для переписки (на русском языке)

Приложение 3

Примеры оформления библиографических ссылок

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

1. Описание книги одного автора

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

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

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

2. Описание книги четырех и более авторов

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

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

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

6. Описание статьи из многотомного издания

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

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

7. Описание диссертаций

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

8. Описание авторефератов диссертаций

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

9. Описание депонированных научных работ

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

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

10. Описание нормативных актов

(обязательны только подчеркнутые элементы)

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

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

11. Описание отчетов о НИР

Проведение испытания теплотехнических свойств камер КХС-12-В3 и КХС-2-12-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. МКИ⁴ В 03 С 7/12. А 22 С 17/04. Устройство для разделения многокомпонентного сырья / Б.С. Бабакин, Э.И. Каухчешиили, А.И. Ангелов (СССР). №3599260/28-13; заявлено 2.06.85; опубл. 30.10.85. Бюл. №28. 2 с.

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

13. Описание электронных научных изданий

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

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

Приложение 4

Структура рецензии на статью

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

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

Редакция

Главный редактор	доктор техн. наук, профессор Б.В. Гусев
Зам. главного редактора	канд. техн. наук Л.А. Иванов
Редактор-корректор	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

Адрес редакции:

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

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

Учредитель и издатель журнала
ООО «ЦНТ «НаноСтроительство»

Дата опубликования
25 сентября 2009 г.

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