NANOTECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION A Scientific Internet-Journal 2014 • Vol. 6 • Nº 1 Nanotehnologii v stroitel'stve

nauchnyj Internet-zhurnal 2014•Tom 6•Nº 1











## **B HOMEPE:**

## IN THE ISSUE:

- Профессиональному изданию Интернет-журналу «Нанотехнологии в строительстве» организаторами самой крупной международной архитектурностроительной выставки BATIMAT Paris (Франция, Париж) вручен Сертификат
- The organizers of the largest international architectural and construction exhibition BATIMAT Paris (France, Paris) awarded the professional edition Internet-Journal «Nanotechnologies in Construction» with the Certificate.
- Изобретения в области нанотехнологий обеспечивают повышение прочности и ресурса конструкций из металлических, композиционных полимерных и металлополимерных материалов
- The inventions in the nanotechnological area provide increased strength and life span of the structures made of metal, composite and metal and polymer materials.
- **И**нтернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве» признан лауреатом премии «Российский Олимп высоких технологий-2013» в номинации «За продвижение на российский рынок новых наукоёмких технологий (прежде всего - нанотехнологий в строительстве и ЖКХ)»
- The Internet-Journal «Nanotechnologies in Construction» was recognized as the laureate of the reward «Russian Olympus of High Technologies-2013» in the nomination «Promotion of the new high technologies (mainly nanotechnologies in construction and communal and housing services) at the Russian market»

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





Ulrich's Periodicals Directory, ISSN 2075-8545

# НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ:

научный Интернет-журнал

# ОГЛАВЛЕНИЕ

издательские сведения (редакционный совет; редакционная коллегия; редакция; учредители; издатель; издательская этика; контактные данные; минимальные системные требования, необходимые для доступа к изданию; график издания)	. 3
Фаликман В. Р., Вайнер А. Я. Фотокаталитические цементные композиты, содержащие мезопористые наночастицы диоксида титана	
BATIMAT, INTERCLIMA+ELEC и IDEO BAIN: слияние во имя успеха!	27
III Всероссийская конференция по бетону и железобетону	30
Фомин Н.Е., Низина Т.А., Юдин В.А., Кисляков П.А., Киреев А.А. Анализ термических свойств наномодифицированных эпоксидных композитов	38
Лауреаты премий «Золотой Феникс-2013» и «Российский Олимп-2013»	51
<b>Власов В.А.</b> Изобретения в области нанотехнологий обеспечивают повышение прочности и ресурса конструкций из металлических, композиционных полимерных и металлополимерных материалов	68
Премия «Время инноваций-2013»: сказка становится реальностью	91
Международная конференция «Город XXI века. Эффективные механизмы внедрения, взаимодействия, развития строительной индустрии в регионах»	95
<b>Карпов А. И.</b> Результаты исследований в области нанотехнологий и наноматериалов. Часть 1	01
О соблюдении редакцией электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» издательской этики и заявление об отсутствии злоупотребления служебным положением	14



Ulrich's Periodicals Directory, ISSN 2075-8545

# NANOTECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION: A Scientific Internet-Journal NANOTEHNOLOGII V STROITEL'STVE:

# nauchnyj Internet-zhurnal

# CONTENTS

Publisher Information (Editorial Council; Editorial Board; The Editors; Founders; Publisher; Publication Ethics; Contacts; Minimal System Requirements to Access the Edition; Journal Production Schedule)
Falikman V.R, Vajner A.Y. Photocatalytic Cementitious Composites containing Mesoporous Titanium Dioxide Nanoparticles
BATIMAT, INTERCLIMA+ELEC and IDEO BAIN: integration for success!
The $3^{ m rd}$ All-Russian Conference on Concrete and Reinforced Concrete $3^{ m co}$
Fomin N.E., Nizina T.A., Yudin V.A., Kislyakov P.A., Kireev A.A.  Analysis of the thermal properties of nanomodified epoxy composite
The Laureates of the Awards «Golden Phenix–2013» and «Russian Olympus–2013»
Vlasov V.A. Inventions in nanotechnological field provide increased strength and life span of the metal, composite and polymer, metallopolymer structures
The Award «Time of Innovations-2013»: The Dreams Come True9
The International Conference «The City of the 21st Century.  Efficient methods to implement, interact with and develop construction industry in the regions»
Karpov A.I. Results of research in the area of nanotechnologies and nanomaterials. Part 1
On the observance of publishing ethics by the editors of electronic edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» and the statement of prevarication absence



2014 • Tom 6 • № 1

Ulrich's Periodicals Directory, ISSN 2075-8545

## НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

научный Интернет-журнал

## **ИЗДАТЕЛЬСКИЕ СВЕДЕНИЯ**

(РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ; РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ; РЕДАКЦИЯ; УЧРЕДИТЕЛИ; ИЗДАТЕЛЬ; ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ЭТИКА; КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ; МИНИМАЛЬНЫЕ СИСТЕМНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ДОСТУПА К ИЗДАНИЮ; ГРАФИК ИЗДАНИЯ)

# РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

#### Председатель редакционного совета

ГУСЕВ Борис Владимирович — главный редактор электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал», член-корреспондент РАН, президент РИА и МИА, заслуженный деятель науки РФ, лауреат Государственных премий СССР и РФ, д-р техн. наук, профессор, Российская Федерация

#### Члены редакционного совета

**АНАНЯН Михаил Арсенович** — генеральный директор ЗАО «Концерн «Наноиндустрия», президент Национальной ассоциации наноиндустрии, академик РАЕН, д-р техн. наук, Российская Федерация

**КАЛЮЖНЫЙ Сергей Владимирович** — член Правления ОАО «РОСНАНО», советник председателя Правления ОАО «РОСНАНО» по науке — главный ученый, д-р хим. наук, профессор, Российская Федерация

**КОРОЛЁВ Евгений Валерьевич** — проректор МГСУ, директор НОЦ «Нанотехнологии» Национального исследовательского университета «Московский государственный строительный университет», советник РААСН, д-р техн. наук, профессор, Российская Федерация

**ЛЕОНТЬЕВ Леопольд Игоревич** – член президиума РАН, академик РАН, Российская Федерация

**РОТОТАЕВ Дмитрий Александрович** — генеральный директор ОАО «Московский комитет по науке и технологиям», д-р техн. наук, профессор, Российская Федерация

**ТЕЛИЧЕНКО Валерий Иванович** — президент Национального исследовательского университета «Московский государственный строительный университет», академик РААСН, заслуженный деятель науки РФ, д-р техн. наук, профессор, Российская Федерация

#### 2014 · Tom 6 · № 1 / 2014 · Vol. 6 · no. 1



**ФЕДОСОВ Сергей Викторович** – президент ИГАСУ, руководитель Ивановского отделения РИА, академик РААСН, заслуженный деятель науки РФ, д-р техн. наук, профессор, Российская Федерация

ФИГОВСКИЙ Олег Львович — действительный член Европейской академии наук, иностранный член РИА и РААСН, главный редактор журналов SITA, ОСЈ и RPCS, директор компании «Nanotech Industries, Inc.», Калифорния (США), директор Международного нанотехнологического исследовательского центра «Polymate» (Израиль), зав. кафедрой ЮНЕСКО «Зелёная химия», президент Израильской Ассоциации Изобретателей, Лауреат Golden Angel Prize, США, Израиль

**ЧЕРНЫШОВ Евгений Михайлович** – академик РААСН, председатель Центрального регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук, начальник Управления академического научно-образовательного сотрудничества Воронежского ГАСУ, д-р техн. наук, профессор, Российская Федерация

Сурендра П. ШАХ — профессор университета Уолтера П. Мерфи, директор первого, общепризнанного Национальным научным фондом науки и технологии, Центра перспективных цементных материалов Северо-Западного университета Эванстон, штат Иллинойс, США; почетный профессор Гонконгского политехнического университета, почетный профессор университета L'Aquilla и Индийского технологического института (Мумбай; Индия), США

**ШЕВЧЕНКО Владимир Ярославович** — директор Института химии силикатов им. И.В. Гребенщикова, академик РАН, Российская Федерация

# РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

#### Председатель редакционной коллегии

ГУСЕВ Борис Владимирович — главный редактор электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал», член-корреспондент РАН, президент РИА и МИА, заслуженный деятель науки РФ, лауреат Государственных премий СССР и РФ, д-р техн. наук, профессор, Российская Федерация

#### Члены редакционной коллегии

**БАЖЕНОВ Юрий Михайлович** — заведующий кафедрой технологии вяжущих и бетонов, научный руководитель НОЦ «Нанотехнологии» Национального исследовательского университета «Московский государственный строительный университет», академик РИА, академик РААСН, заслуженный деятель науки РФ, д-р техн. наук, профессор, Российская Федерация

Питер Дж. М. БАРТОШ — профессор Королевского Университета Белфаста (Великобритания), председатель Технического комитета по нанотехнологиям в строительных материалах РИЛЕМ (2002—2009 гг.), бывший руководитель Шотландского центра по нанотехнологиям в строительных материалах (Университет Западной Шотландии), Великобритания

#### 2014 · Tom 6 · № 1 / 2014 · Vol. 6 · no. 1



ЗВЕЗДОВ Андрей Иванович — президент ассоциации «Железобетон», первый вице-президент Российской инженерной академии, академик РИА и МИА, заслуженный строитель РФ, д-р техн. наук, профессор, Российская Федерация

**ИСТОМИН Борис Семёнович** — ведущий сотрудник ЦНИИПромзданий, академик Международной академии информатизации, академик Академии проблем качества, д-р архитектуры, профессор, Российская Федерация

**КОРОЛЬ Елена Анатольевна** — советник при ректорате, зав. кафедрой технологий строительного производства Национального исследовательского университета «Московский государственный строительный университет», академик РИА, член-корр. РААСН, д-р техн. наук, профессор, Российская Федерация

**МАГДЕЕВ Усман Хасанович** — зам. генерального директора по науке ЗАО «НИПТИ «Стройиндустрия», академик РААСН, лауреат премий Правительства СССР и РФ, д-р техн. наук, профессор, Российская Федерация

**СОБОЛЕВ Константин Геннадиевич** — председатель Технического комитета ACI 236D по нанотехнологиям в бетоне, доцент Университета Висконсин-Милуоки, США

СТЕПАНОВА Валентина Фёдоровна — заведующая лабораторией долговечности Научно-исследовательского, проектно-конструкторского и технологического института им. А.А. Гвоздева (НИИЖБ) ОАО «НИЦ «Строительство», академик МИА, д-р техн. наук, профессор, Российская Федерация

ФАЛИКМАН Вячеслав Рувимович — вице-президент ассоциации «Железобетон», академик РИА, лауреат премии Правительства РФ, почетный строитель России, член Бюро Международного союза экспертов и лабораторий по испытанию строительных материалов, систем и конструкций (РИЛЕМ), член технического комитета Американского института бетона АСІ 236 D «Нанотехнологии в бетоне», профессор МГСУ, Российская Федерация

## РЕДАКЦИЯ

Главный редактор доктор техн. наук, профессор Б.В. ГУСЕВ

Шеф-редактор Ю.А. ЕВСТИГНЕЕВА

Консультанты: доктор техн. наук, профессор И.Ф. ГОНЧАРЕВИЧ

доктор техн. наук, профессор В.Н. КАРПОВ

Журналисты: канд. техн. наук В.А. ВЛАСОВ

К.Н. БРОЕВА

Дизайн и верстка А.С. РЕЗНИЧЕНКО

Перевод канд. техн. наук С.Р. МУМИНОВА

# **УЧРЕДИТЕЛИ**

Российская инженерная академия • ООО «ЦНТ «НаноСтроительство»



## **ИЗДАТЕЛЬ**

#### ООО «ЦНТ «НаноСтроительство»

- «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» зарегистрирован как самостоятельное средство массовой информации в Федеральной службе по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации (свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл № ФС77 − 35813 от 31 марта 2009 г.).
- «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук (решение Президиума ВАК Минобрнауки России от 19 февраля 2010 года № 6/6 http://www.vak.ed.gov.ru).
- «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» включен в систему Российского индекса научного цитирования, основная информация о статьях размещается на сайте Научной электронной библиотеки (www. elibrary.ru), внесен в международную систему данных по периодическим изданиям (МСДПИ) международного Центра ISSN (2075-8545) в г. Париже (Франция), что позволяет значительно расширить читательскую аудиторию.

# **ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ЭТИКА**

Редакционный совет, редакционная коллегия, коллектив редакции поддерживают политику, направленную на соблюдение принципов издательской этики, и признают, что отслеживание соблюдения принципов издательской (редакционной) этики является одной из главных составляющих рецензирования и издания. Основные принципы издательской этики и рецензирования опубликованы на сайте <a href="http://www.nanobuild.ru">http://www.nanobuild.ru</a>.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за достоверность приведенных сведений и использование данных, не подлежащих открытой публикации. Редакция оставляет за собой право внесения редакторской правки. Мнение редакции может не совпадать с мнениями авторов, материалы публикуются с целью обсуждения актуальных вопросов. Редакция не несёт ответственности за содержание рекламы и объявлений (R).

Любая перепечатка материалов полностью или частично возможна только с письменного разрешения редакции.



## КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ

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

Internet: http://www.nanobuild.ru

E-mail: info@nanobuild.ru

#### МИНИМАЛЬНЫЕ СИСТЕМНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ДОСТУПА К ИЗДАНИЮ

#### Windows

- Intel Pentium® III or equivalent processor.
- Microsoft® Windows® 2000 with Service Pack 4; Windows Server® 2003 (32-bit or 64-bit editions) with Service Pack 1; Windows XP® Professional, Home, Tablet PC(32-bit or 64-bit editions) with Service Pack 2 or 3(32-bit or 64-bit editions); or Windows Vista® Home Basic, Home Premium, Ultimate, Business, or Enterprise with Service Pack 1 or 2 (32-bit or 64-bit editions).
- · 128MB of RAM (256MB recommended for complex forms or large documents).
- · 170MB of available hard-disk space.
- Microsoft Internet Explorer 6.0 or 7.0, Firefox 1.5 or 2.0, Mozilla 1.7, AOL 9, Google Chrome 5.0, Opera 10.6.

#### **Macintosh**

- · PowerPC G3, G4, G5 or Intel processor.
- Mac OS X v10.4.11-10.5.5.
- · 128MB of RAM (256MB recommended for complex forms or large documents).
- 170MB of available hard-disk space (additional space required for installation).
- Safari® (Shipping with supported OS).

# ГРАФИК ИЗДАНИЯ В 2014 ГОДУ

№ № п/п	Окончание приема материалов от авторов	Редактирование, корректура, верстка, согласование с авторами	Подписание номера главным редактором	Опубликова- ние на сайте	Отправка подписчикам
2014, Tom 6, № 1	24.01.14	14.02.14	17.02.14	24.02.14	28.02.14
2014, Tom 6, № 2	18.03.14	15.04.14	21.04.14	25.04.14	29.04.14
2014, Tom 6, № 3	23.05.14	16.06.14	20.06.14	25.06.14	30.06.14
2014, Tom 6, № 4	22.07.14	18.08.14	23.08.14	27.08.14	30.08.14
2014, Tom 6, № 5	17.09.14	17.10.14	20.10.14	25.10.14	30.10.14
2014, Том 6, № 6	13.11.14	12.12.14	16.12.14	19.12.14	24.12.14

Номер 2014, Том 6, № 1 подписан 17.02. 2014 г.



2014 • Vol. 6 • 1

Ulrich's Periodicals Directory, ISSN 2075-8545

#### NANOTECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION

A Scientific Internet-Journal

2014 • Tom 6 • 1

#### NANOTEHNOLOGII V STROITEL'STVE

nauchnyj Internet-zhurnal

#### **PUBLISHER INFORMATION**

(EDITORIAL COUNCIL; EDITORIAL BOARD; THE EDITORS; FOUNDERS; PUBLISHER; PUBLICATION ETHICS; CONTACTS; MINIMAL SYSTEM REQUIREMENTS TO ACCESS THE EDITION; JOURNAL PRODUCTION SCHEDULE)

#### **EDITORIAL COUNCIL**

#### Chairman of the editorial council

GUSEV Boris Vladimirovich – Editor-In-Chief of Electronic Edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal», Corresponding Member of RAS, President of Russian Academy of Engineering and International Engineering Academy, Honored Scientist of RF, Laureate of USSR and RF State prizes, Doctor of Engineering, Professor, Russian Federation

#### **Members of The Editorial Council**

ANANYAN Mikhail Arsenovich – Director General of CC «Concern «Nanoindustry», President of National Association of Nanoindustry, Member of RANS, Doctor of Engineering, Russian Federation

**KALIUZHNIY Sergei Vladimirovich** – Board Member of RUSNANO, Advisor to CEO – Chief Scientist, Doctor of Chemistry, Professor, Russian Federation

KOROLEV Evgeniy Valerjevich – Pro-rector, Director of the Research and Educational Center «Nanotechnology», National Research University «Moscow State University of Civil Engineering», Adviser of RAACS, Doctor of Engineering, Professor, Russian Federation

**LEONTIEV Leopold Igorevich** – Member of Presidium of RAS, Academic of RAS, Russian Federation

**ROTOTAEV Dmitry Alexandrovich** – Director General of PC «Moscow Committee on Science and Technologies», Doctor of Engineering, Professor, Russian Federation

TELICHENKO Valerij Ivanovich – President of National Research University «Moscow State University of Civil Engineering», Academician of RAACS Honored Scientist of RF, Doctor of Engineering, Professor, Russian Federation

#### 2014 · Tom 6 · № 1 / 2014 · Vol. 6 · no. 1



FEDOSOV Sergei Viktorovich – President of ISUAC, Head of Ivanovo Branch of RAE, Member of the RAACS, Honoured Man of Science of RF, Doctor of Engineering, Professor, Russian Federation

FIGOVSKY Oleg L'vovich – Full Member of European Academy of Science, Forein Member of RAE and RAACS, Editor-in-Chief of SITA, OCJ и RPCS, Director of «Nanotech Industries, Inc.» (USA), and Director of International Nanotechnological R&D Center «Polymate» (Israel), President of IAI, Chairman of the UNESCO Chair «Green Chemistry, Golden Angel Prize's Laureate, USA, Israel

CHERNYSHOV Evgenij Mikhailovich – Full member of RAACS, Chairman of Central Regional Department of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Chief of Voronezh SUACE Department of Academic Scientific and Educational Cooperation, Doctor of Engineering, Professor, Russian Federation

Surendra P. SHAH – Professor of Civil Engineering in Walter P. Murphy University, and Director of the pioneering, internationally recognized National Science Foundation Science and Technology Center for Advanced Cement-Based Materials (ACBM) at Northwestern University, Evanston, IL., USA, Honorary Professor at Hong Kong Polytechnic University and Honorary Professor at L'Aquilla University and the Indian Institute of Technology (Mumbai, India), USA

SHEVCHENKO Vladimir Jaroslavovich – Director of Grebenshikov Institute of Silicate Chemistry, Member of RAS, Russian Federation

#### **EDITORIAL BOARD**

#### Chairman of the editorial board

GUSEV Boris Vladimirovich – Editor-In-Chief of Electronic Edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal», Corresponding Member of RAS, President of Russian Academy of Engineering and International Engineering Academy, Honored Scientist of RF, Laureate of USSR and RF State prizes, Doctor of Engineering, Professor, Russian Federation

## **Members of the editorial board**

BAZHENOV Yury Mikhailovich – Head of Chair for Binders and Concrete Technology, Scientific Adviser of the Research and Educational Center «Nanotechnology» in National Research University «Moscow State University of Civil Engineering», Member of RAE, Academician of RAACS, Honored Scientist of RF, Doctor of Engineering, Professor, Russian Federation

**Prof. Peter J.M. BARTOS** – The Queen's University of Belfast, UK, Chair of RILEM Technical Committee TC 197-NCM on Nanotechnology in Construction Materials (2002–2009), former Head of Scottish Centre for Nanotechnology in Construction Materials (University of West Scotland), UK

#### 2014 · Tom 6 · № 1 / 2014 · Vol. 6 · no. 1



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

ISTOMIN Boris Semeonovich – Leading Member of CSRI of Industrial Buildings, Member of International Academy of Informatization, Member of Academy of Quality Problems, Doctor of Architecture, Professor, Russian Federation

KOROL Elena Anatolievna – Adviser of University Administration, Head of the Chair «Technologies of Construction Industry» in National Research University «Moscow State University of Civil Engineering», Member of RAE, Corresponding member of the RAACS, Doctor of Engineering, Professor, Russian Federation

MAGDEEV Usman Khasanovich – Deputy Director On Science of CC «RDTI «Stroiindustria», Member of RAACS, Laureate of USSR and RF State prizes, Doctor of Architecture, Professor, Russian Federation

SOBOLEV Konstantin Gennadievich – Chairman of Technical Committee ACI 236D on Nanotechnologies in Concrete, Associate Professor of University of Wisconsin-Milwaukee, USA

STEPANOVA Valentina Feodorovna – Head of Laboratory on Concrete Durability of Scientific&Research Institute on Concrete and Reinforced Concrete – PSC «Research Center «Construction», Full Member of IEA, Doctor of Engineering, Professor, Russian Federation

FALIKMAN Vyacheslav Ruvimovich – Vice-President of Association «Structural Concrete», Academician of RAE, Russian Government Award Laureate, Honorary Builder of Russia, Member of Bureau in International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Systems and Structures (RILEM), Member of Technical Committee of American Concrete Institute ACI 236 D «Nanotechnologies in Concrete», Professor of MSUCE, Russian Federation

#### THE EDITORS

Editor-in-Chief D.Eng., Prof. B.V. GUSEV

Executive Editor YU.A. EVSTIGEEVA
Consultants: D.Eng., Prof. I.F. GONCHAREVICH

onsultants: D.Eng., Prof. I.F. GONCHAREVICH
D.Eng., Prof. V.N. KARPOV

Journalists: Ph.D. (Engineering) V.A. VLASOV

K.N. BROEVA

Design and layout A.S. REZNICHENKO

Translator Ph.D. (Engineering) S.R. MUMINOVA

#### **FOUNDERS**

The Russian Academy of Engineering OOO «CNT «NanoStroitelstvo»



#### **PUBLISHER**

#### 000 «CNT «NanoStroitelstvo»

The Electronic Edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» is registered as an independent mass media in the Ministry of Communication and Mass Media of The Russian Federation. (Registration Certificate  $3\pi$  №  $\Phi$ C77 - 35813 of 31 March 2009 issued by the Federal Service on Supervision in the Sphere of Connection and Mass Communications).

The Electronic Edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» has been included in the list of the leading review journals and editions in which the basic results of Ph.D. and Doctoral theses are to be published. (The decision of Presidium of the Highest Certification Committee of Ministry of Education and Science of Russian Federation of 19 February 2010,  $N \ge 6/6 - \text{http://www.vak.ed.gov.ru}$ ).

The Electronic Edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» is included in the system of the Russian Index of Scientific Citation, the main information on the papers is published at the website of the Scientific Electronic Library (www.elibrary.ru),

and is included in the International Periodic Editions database (IPEDB) of the ISSN International Center in Paris, France, that allows increasing audience of readers.

#### **PUBLICATION ETHICS**

Editorial Council, Editorial Board and the editorial staff second the politics aimed at observance of ethical publishing principles and recognize that keeping track of observance of ethical publishing principles is one of the main components in reviewing and publishing activities. The basic ethical principles of reviewing and publishing are available at website http://www.nanobuild.ru.

The authors of the published materials are responsible for the reliability of the presented information and utilization of the data which are not to be published avowedly. The editors have the right to make corrections. The opinion of the editors can be different from the authors' opinions, the materials are published to discuss the up-to-date problems. The editors are not responsible for the content of advertisement.

Any full or partial reprinting of the materials is possible only with editors' written permission.



#### **CONTACTS**

Address: Russian Federation, 125009, Moscow, Gazetny per., bld. 9, str. 4

Internet: http//www.nanobuild.ru

E-mail: info@nanobuild.ru

#### **MINIMAL SYSTEM REQUIREMENTS TO ACCESS THE EDITION**

#### Windows

- Intel Pentium® III or equivalent processor.
- Microsoft® Windows® 2000 with Service Pack 4; Windows Server® 2003 (32-bit or 64-bit editions) with Service Pack 1; Windows XP® Professional, Home, Tablet PC(32-bit or 64-bit editions) with Service Pack 2 or 3(32-bit or 64-bit editions); or Windows Vista® Home Basic, Home Premium, Ultimate, Business, or Enterprise with Service Pack 1 or 2 (32-bit or 64-bit editions).
- · 128MB of RAM (256MB recommended for complex forms or large documents).
- · 170MB of available hard-disk space.
- Microsoft Internet Explorer 6.0 or 7.0, Firefox 1.5 or 2.0, Mozilla 1.7, AOL 9, Google Chrome 5.0, Opera 10.6.

#### **Macintosh**

- · PowerPC G3, G4, G5 or Intel processor.
- Mac OS X v10.4.11-10.5.5.
- · 128MB of RAM (256MB recommended for complex forms or large documents).
- 170MB of available hard-disk space (additional space required for installation).
- Safari® (Shipping with supported OS).

#### **JOURNAL PRODUCTION SCHEDULE IN 2014**

Nº Nº	Papers submission deadline	Editing, proof-reading, layout, agreement with authors	The approval of the issue by the Editor-in- Chief	Website publication	Mailing to subscribers
2014, Vol. 6, № 1	24.01.14	14.02.14	17.02.14	24.02.14	28.02.14
2014, Vol. 6, № 2	18.03.14	15.04.14	21.04.14	25.04.14	29.04.14
2014, Vol. 6, № 3	23.05.14	16.06.14	20.06.14	25.06.14	30.06.14
2014, Vol. 6, № 4	22.07.14	18.08.14	23.08.14	27.08.14	30.08.14
2014, Vol. 6, № 5	17.09.14	17.10.14	20.10.14	25.10.14	30.10.14
2014, Vol. 6, № 6	13.11.14	12.12.14	16.12.14	19.12.14	24.12.14

Issue 2014, Volume 6,  $\mathbb{N}$  1 approved on 17.02.2014



Президенту

Российской инженерной академии

Гусеву Б.В.

Info-rae@mail.ru

#### Уважаемый Борис Владимирович!

Сегодня в нашей стране отмечается день науки, и я сердечно поздравляю Вас с профессиональным праздником!

Я всегда считал, что научное творчество - одна из высших форм самовыражения. Удовлетворяя собственные научные амбиции, ученые создают новые возможности, ценности, смыслы для всего человечества. Я абсолютно убежден, что прогресс на основе научных достижений - безальтернативный путь развития общества. Позвольте пожелать Вам успехов на этом пути, дальнейшей плодотворной работы, и пусть результаты непременно превосходят ожидания!

С уважением,

А.Б.Чубайс

8 февраля 2014 года



**ФАЛИКМАН Вячеслав Рувимович**, академик, Российская инженерная академия; 125009, Россия, г. Москва, Газетный пер. 9, стр. 4, vfalikman@yandex.ru;

ВАЙНЕР Александр Яковлевич, д-р тех. наук, консультант, Научно-исследовательский центр «Строительство»; 125009, Россия, г. Москва, Газетный пер. 9, стр. 4.

# ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИЕ ЦЕМЕНТНЫЕ КОМПОЗИТЫ, СОДЕРЖАЩИЕ МЕЗОПОРИСТЫЕ НАНОЧАСТИЦЫ ДИОКСИДА ТИТАНА

Разработан усовершенствованный способ получения наночастиц анатазного мезопористого TiO<sub>2</sub> с высокой удельной поверхностью порядка 300 м<sup>2</sup>/г. Показана возможность использования нанодиоксида титана в составе цементных и гипсоцементных композитов в качестве высокоэффективного фотокатализатора в процессах конверсии оксидов азота и летучих органических веществ. Рассмотрено влияние структурных параметров наночастиц и различных физико-химических факторов на фотокаталитические процессы. Установлено, что эффективность синтезированных мезопористых наночастиц TiO<sub>2</sub> в 1,5–1,7 раз выше, чем у коммерческого образца нанодиоксида титана.

**Ключевые слова:** диоксид титана, фотокаталитические свойства, цементные строительные материалы, загрязнители.



аноразмерный диоксид титана широко используется в качестве фотокатализатора в реакциях фотохимического разложения многих органических и неорганических загрязнителей в силу своей высокой эффективности, биологической и химической инертности и относительно низкой стоимости [1–3].

В последние годы наблюдается возрастающий интерес к применению цементных композитов, содержащих наночастицы диоксида титана. Строительные материалы, обладающие фотокаталитическими свойствами, позволяют заметно снизить загрязняющее воздействие окружающей среды, что особенно важно в условиях мегаполисов [4, 5]. Дальнейшие успехи в расширении их применения в значительной степени зависят от эффективности нанокатализатора в реакциях разложения основных городских загрязнителей — оксидов азота, монооксида углерода, летучих органических веществ и т.д.

К настоящему времени предложено множество различных способов повышения фотокаталитической активности наноразмерного диоксида титана [6]. В частности, недавно было показано, что повышенной активностью обладают, например, мезопористые наночастицы  ${\rm TiO}_2$ , которые характеризуются преобладанием анатазной фазы, малым размером кристаллов и высокой удельной поверхностью [7].

Поведение таких нанокатализаторов в цементных системах может иметь определенные особенности, связанные с большим объемом пор и высокой удельной поверхностью. Такое исследование, наряду с разработкой простого и удобного способа синтеза мезопористого анатазного диоксида титана, явилось целью данной работы.

Синтез наночастиц  ${\rm TiO_2}$  осуществляли, адаптируя описанные ранее методики [8, 9]. В качестве исходного титансодержащего прекурсора использовали тетраизопропилат титана (TTIP). Для замедления скорости гидролиза и последующей конденсации в реакционную смесь вводили 30%-ный водный раствор  ${\rm H_2O_2}$ . В качестве темпланта, структурообразующего и порообразующего агента был выбран цетилтриметиламмонийбромид (CTMABr). Первоначальную реакцию золь-гель синтеза  ${\rm TiO_2}$  проводили в присутствии гидроксида тетраметиламмония.



Полученный раствор пероксититановой кислоты представлял собой прозрачную и стабильную жидкость с рH=7. Далее этот раствор подвергали кристаллизации в автоклаве в гидротермальных условиях при температуре  $80^{\circ}$ С в течение 48 часов с последующим кальцинированием продукта на воздухе при температуре  $500^{\circ}$ С в течение 4 часов, что приводило к формированию нано $TiO_{\circ}$  со структурой анатаза.

Анализ наночастиц  ${\rm TiO_2}$  осуществляли в соответствии с известными методиками. Так, рентгенофазовый анализ образцов проводили на дифрактометре ДРОН-3 (Россия) с монохроматизированным  ${\rm Cu~K_{\alpha}}$  – излучением. Размеры областей когерентного рассеяния анатазной и рутильной фазы определяли по формуле Шеррера [10] с использованием полуширин дифракционных отражений анатаза (101) и рутила (110).

Общую величину удельной поверхности  $S_{\rm BET}$  определяли по традиционной методике термодесорбции аргона по четырем точкам сорбционного равновесия на приборе «СОРБИ-М» фирмы «МЕТА» (Россия). Пористую структуру образцов исследовали методом низкотемпературной сорбции азота при температуре  $77^{\circ}$ К на установке DigiSorb-2600 Micromeritics (США). Предварительно образцы «тренировали» в вакууме  $10^{-4}$  Торр при температуре  $200^{\circ}$ С в течение 5 часов. Распределение пор по размерам рассчитывали по десорбционной ветви изотерм адсорбции азота, пользуясь классическим методом Barrett–Joyner–Halenda (ВЈН) [11].

С целью оптимизации структурно-сорбционных характеристик наночастиц  ${\rm TiO_2}$  при их получении варьировали содержание темплата CTMABr в исходных реакционных смесях. Как видно из табл. 1, контрольный образец  ${\rm TiO_2}$ -0, полученный в отсутствие темплата, характеризуется более низкими значениями удельной поверхности и объема пор. Рассчитанные по формуле Шеррера размеры кристаллитов находятся в диапазоне 6,7-7,6 нм, причем с увеличением содержания темплата CTMABr размеры кристаллитов уменьшаются.

Следует отметить, что все синтезированные образцы, включая некальцинированные, характеризуются наличием только анатазной модификации  ${\rm TiO}_2$ , хотя кальцинированные проявляют более совершенную кристаллическую структуру. Изотермы адсорбции — десорбции азота синтезированных наночастиц  ${\rm TiO}_2$  — отвечают IV типу изотерм с петлей гистерезиса H2 по классификации IUPAC [12], что характерно для мезопористых структур.



 $\begin{tabular}{l} $Taблицa\ 1$ \\ $\Pi apametric кристаллитов, поверхностей и пор наночастиц $TiO_2$ \\ $B\ 3aBucumoctu\ ot\ coдержания\ CTMABr\ B\ peakционных\ cmecsx \\ \end{tabular}$ 

Маркировка образца	CTMABr, macc.% TTIP	${ m S}_{ m BET}$ , ${ m m}^2/{ m r}$	Объем пор, $V_{\text{nop}}$ , см $^3/\Gamma$	Размер пор, нм	Размер кристаллита, нм
TiO <sub>2</sub> -0	0	145	0,275	3,8	7,6
TiO <sub>2</sub> -10	10	218	0,299	4,2	6,8
TiO <sub>2</sub> -20	20	230	0,300	4,8	6,7
TiO <sub>2</sub> -30	30	267	0,298	5,1	6,4
TiO <sub>2</sub> -45	45	284	0,314	5,6	6,1

Для предварительной оценки фотокаталитической эффективности синтезированных образцов в сравнении с промышленным продуктом Р 25 производства компании Эвоник-Дегусса (ФРГ) использовали методику [13], основанную на разложении водного раствора красителя Родамин 6G (табл. 2). При проведении фотокаталитического разложения к 40 мл раствора красителя с концентрацией 10 мг/л добавляли 0,1 г  ${\rm TiO_2}$ . Облучение проводили полихроматическим светом от ртутной лампы Sylvania Par 38 мощностью 100 Вт. Концентрацию красителя определяли фотометрически в УФ-диапазоне на спектрометре Unicam 8700 на полосе  $\lambda = 539$  нм. При этом полагали, что фотокаталитическое разложение Родамина 6G подчиняется уравнению реакции первого порядка

$$\ln(\frac{A_0}{A}) = kt,$$

где  $A_{\scriptscriptstyle 0}$  — начальное поглощение красителя; A — поглощение красителя через время t; k — константа скорости в уравнении первого порядка.

Скорость фоторазложения красителя Родамин 6G при использовании  ${\rm TiO_2}\text{-}45$  почти в два раза превышает скорость его исчезновения в присутствии фотокатализатора Р 25. Так, в первом случае краситель в условиях эксперимента разлагается полностью за 18 минут, а во втором — через 40 минут.

При исследовании цементсодержащих составов с нанодиоксидом титана использовали белые цементы ряда заводов класса СЕМ І 52,5



Tаблица 2 Оценка эффективности образцов  ${
m TiO}_2$ 

		Модиф	икация			Объ-		
	Ана	атаз	Py	гил				
Образец	<b>Доля,</b> %	Размер кри- сталли- та, нм	<b>Доля,</b> %	Размер кри- сталли- та, нм	${ m S}_{ m BET}$ , ${ m m}^2/{ m r}$	$egin{array}{c} \mathbf{e}\mathbf{m} \ \mathbf{nop}, \ \mathbf{V}_{\mathrm{nop}}, \ \mathbf{c}\mathbf{m}^3/\mathbf{r} \end{array}$	Размер пор, нм	к, мин <sup>-1</sup>
P 25	81	36	19	88	51	0,165	20	0,017
TiO <sub>2</sub> -45	100	6,1	0	_	284	0,314	5,6	0,029

по EN 197-1, в том числе заводов Аалборг (Дания), а также отечественный портландцемент класса ЦЕМ І 42,5 по ГОСТ 31108 Белгородского цементного завода с нормируемым химическим составом (ПЦ 500 Д0). Фактическая активность всех проб цемента соответствовала классу и составляла более 50 МПа при испытаниях в стандартном растворе по ГОСТ 310.4. В ряде экспериментов и составов применялся Пикалевский портландцемент ПЦ 400 Д20 по ГОСТ 31108-2003.

В составах штукатурок и красок использовали гипс и известь воздушную гидратную кальциевую порошкообразную без добавок II сорта по ГОСТ 9197.

В качестве крупного заполнителя использовался щебень из изверженных пород (гранитный) карьера «Лобское» (Республика Карелия) фракции 5–20 мм по ГОСТ 8267.

В качестве мелкого заполнителя для приготовления бетона и растворов использовался кварцевый песок Мансуровского месторождения с  $M_{_{\rm K}}=2,5$  (насыпная плотность  $1632~{\rm kr/m^3}$ ), удовлетворяющий требованиям ГОСТ 22263. В ряде составов применяли песок строительный кварцевый фракции  $0,0-0,63~{\rm mm}$  с  $M_{_{\rm C}}=1,8$ .

Эффективность фотокатализаторов в цементных системах оценивали применительно к деградации оксида азота NO, а также летучих органических соединений — паров бензина и ацетона. Состав бетона назначали с учетом требований ГОСТ 27006 и ГОСТ 30459, строительных растворов — по ГОСТ 28013, сухих строительных смесей — по ГОСТ 31357. Дозировка  ${\rm TiO}_2$ , как правило, составляла 5% массы цемента.



Исследования фотопревращений NO в присутствии нанодиокида титана проводили с учетом ISO 22197-1:2007 [14] и рекомендаций рабочей группы WG 33 ISO 206/SCN при относительной влажности воздуха 50%, температуре 25°C и скорости воздушного потока 3 л/мин, причем исходное содержание оксида азота в воздухе составляло 1 ррт, а интенсивность освещения была равна 10 Вт/м² при полихроматическом облучении с диапазоном волн 300–400 нм и максимумом испускания 365 нм. Продолжительность облучения составляла 30 мин. Контроль содержания NO в воздушной смеси определяли с использованием адаптированного газоанализатора МХ6 Multi-Gas Monitor фирмы ISC (США).

Синтезированные наночастицы мезопористого  ${\rm TiO}_2$  показали значительно более высокую эффективность превращения NO по сравнению с классическим коммерческим продуктом Р 25 производства Evonik Degussa GmbH, Германия (табл. 3).

 $\begin{tabular}{l} $Taблицa~3$ \\ \begin{tabular}{l} Сравнительная оценка фотокаталитической эффективности TiO $_2$ \\ \begin{tabular}{l} в бетонах на портландцементе при конверсии оксида азота NO \end{tabular}$ 

Образец ТіО <sub>2</sub>	Время выдерживания бетона, сут	Конверсия NO, %
	3	25
P 25	7	24
	28	23
${ m TiO}_2 ext{-}45$	3	42
	7	39
	28	35

Примечательно, что эффективность фотопревращения несколько уменьшается с возрастом бетонных образцов, что, скорее всего, связано с протеканием процессов гидратации в цементной матрице. В недавней работе [15] установлено, что введение наночастиц  ${\rm TiO_2}$  со средним размером 15 нм в бетонную смесь ускоряет образование геля C–S–H, увеличивает количество  ${\rm Ca(OH)_2}$ . Эти продукты блокируют активные центры на поверхности наночастиц  ${\rm TiO_2}$ , а гидроксид кальция, кроме того, может вступать в химическую реакцию с диоксидом титана, уменьшая его фотокаталитическую активность. При изначально более высокой фотока-



талитической активности, образцы мезопористого  ${
m TiO}_2$ , по-видимому, в большей степени подвержены этому влиянию, что обусловливает ее значительно более резкое падение с возрастом бетона.

Декоративные элементы из композиционных материалов для архитектурной отделки фасадов зданий, а также элементы благоустройства и малые архитектурные формы все чаще используются в практике современного строительства. Они должны отвечать замыслам архитектора и конструктивным особенностям сооружений. При этом для повышения их декоративных свойств используются, как правило, белый и цветные цементы. В этой связи интересна оценка фотокаталитической активности  $TiO_{\circ}$  в зависимости от белизны белого цемента (табл. 4).

Таблица 4
Влияние степени белизны цемента на эффективность конверсии NO на бетонах с наночастицами TiO<sub>2</sub>-45 (возраст бетона – 28 суток)

№ образца	Производитель цемента	Марка цемента	Степень белизны, %	Конверсия NO, %
1	Aalborg, Дания	Aalborg White	95	52
2	Aalborg, Египет	Aalborg White	87	42
3	Cimsa, Турция	Super White Portland Cement	85,5	44
4	Щуровский це- мент, Россия	ПЦБ 1 500 Д0	80	39

Как видно из таблицы, наиболее эффективно конверсия NO происходит в матрицах на белом датском цементе, отличающемся самой высокой белизной. Эффективность несколько падает на египетском и российском цементах, что, по-видимому, объясняется тем, что оба цемента «загрязнены» ионами переходных металлов —  $Fe^{3+}$  и  $Mn^{3+}$  [16].

Высокая фотокаталитическая активность синтезированных мезопористых наночастиц  ${\rm TiO}_2$  была подтверждена при разложении летучих органических веществ (ЛОВ), причем в качестве «носителя» фотокатализатора использовали штукатурные растворы и цементные краски.

В процессе измерений определяли кинетические характеристики изменения содержания загрязнителей в воздухе под влиянием фотока-



талитической реакции на поверхности образца, облучаемого «мягким» ультрафиолетом. В качестве ЛОВ-загрязнителей воздушной среды использовали бензин и ацетон. Анализировали газовоздушные смеси, содержащие атмосферный воздух и пары загрязнителя при концентрации последнего  $5 \times 10^{-4}$  г/л. Скорость потока составляла 1,1 л/мин, относительная влажность — 64%, продолжительность фотокаталитического разложения ЛОВ в каждом эксперименте — 6 часов. «Свободная» емкость реакционной камеры — 1,3 л. Экспонирование проводили при интенсивности освещения  $10~{\rm Bt/m^2}$ . Температура поверхности образца —  $26^{\circ}$ С. Использовали цилиндрические образцы диаметром  $15~{\rm cm}$  и высотой  $5~{\rm cm}$ , покрытые цементной краской или штукатурным раствором с содержанием  ${\rm TiO_2}$ - $45~{\rm 1,9-3,3\%}$  (рис.).



Puc. Образец, покрытый цементной краской, содержащей  ${
m TiO_2 ext{-}45},$  в боксе для испытаний

Предварительные эксперименты по оптимизации концентрации фотокатализатора в изучаемых образцах показали, что фотокаталитическая активность наночастиц  ${\rm TiO_2}$ -45 растет с увеличением их содержания в цементных композитах до 3,8, после чего она стабилизируется. Так, образцы штукатурных растворов при содержании 1,9 и 3,8% на-



ночастиц  ${
m TiO_2}$ -45 позволяют реализовать в указанных выше условиях разложение бензина на 52,3 и 63,1%, соответственно, при этом концентрация бензина в воздухе уменьшается до значений 0,73 и 0,68 ПДК, соответственно.

Фотокаталитическая активность синтезированных мезопористых наночастиц  ${\rm TiO}_2$  значительно снижается при увеличении относительной влажности воздушной среды (табл. 5). Независимо от значения относительной влажности, замена мезопористых наночастиц  ${\rm TiO}_2$  на коммерческий продукт Р 25 снижает скорость фоторазложения в 1,5–1,7 раз.

 $\begin{tabular}{ll} $\it Taблицa~5$ \\ \begin{tabular}{ll} Bлияние относительной влажности на фотокаталитическую активность \\ \begin{tabular}{ll} мезопористых наночастиц <math>{\rm TiO_2\text{-}45}$  в штукатурных растворах. \\ \begin{tabular}{ll} Cодержание  ${\rm TiO_2\text{-}-3,8\%} \\ \end{tabular}$ 

Время	Степень фоторазложения, %, при относительной влажности, %		
экспонирования, час	64	95	
1	0	0	
2	24,74	15,43	
3	47,42	31,91	
4	55,67	40,43	
5	63,40	52,13	
6	69,07	54,79	

Скорость фоторазложения бензина возрастает с ростом интенсивности экспонирования, хотя характер этой зависимости изменяется в зависимости от дозы экспонирования. Так, в диапазоне доз облучения  $3,5-15~{\rm Br/m^2}$  степень разложения бензина увеличивается нелинейно и лишь затем, в диапазоне  $15-40~{\rm Br/m^2}$ , она приобретает линейный характер.

Следует подчеркнуть также, что скорость фоторазложения бензина в присутствии синтезированных мезопористых наночастиц  ${\rm TiO}_2$  зависит от целого ряда других факторов, например, концентрации загрязнителя и скорости его потока. Так, при увеличении содержания бензи-



на в газовоздушной смеси в 2 раза степень его разложения уменьшается на 22% . Двукратное возрастание скорости потока паров бензина приводит к уменьшению степени разложения загрязнителя на 17% .

Что касается паров ацетона в воздушной среде, то гипсоцементные штукатурки, содержащие 2,2% мезопористого нано ${\rm TiO}_2$ , обеспечивают за 2 часа экспозиции степень конверсии 62%, что в 1,6 раза больше, чем при использовании P 25.

Таким образом, разработан усовершенствованный способ получения наночастиц анатазного мезопористого  ${\rm TiO_2}$  с высокой удельной поверхностью порядка  $300~{\rm m^2/r}$  и впервые показана возможность его использования в составе цементных и гипсоцементных композитов в качестве высокоэффективного фотокатализатора в процессах конверсии оксидов азота и летучих органических веществ. Рассмотрено влияние структурных параметров наночастиц и различных физико-химических факторов на фотокаталитические процессы. Установлено, что эффективность синтезированных мезопористых наночастиц  ${\rm TiO_2}$  в 1,5-1,7 раз выше, чем у коммерческого образца нанодиоксида титана.

#### Уважаемые коллеги!

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

Фаликман В.Р., Вайнер А.Я. Фотокаталитические цементные композиты, содержащие мезопористые наночастицы диоксида титана // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. – М.: ЦНТ «НаноСтроительство», 2014. – Том 6, № 1. – С. 14–26. URL: http://issuu.com/nanobuild/docs/nanobuild\_1\_2014\_rus (дата обращения: \_\_\_\_\_\_\_).



## Библиографический список:

- 1. Фаликман В.Р, Вайнер А.Я. Фотокаталитически активные строительные материалы с наночастицами диоксида титана новая концепция улучшения экологии мегаполисов // Сборник докладов участников круглого стола «Вопросы применения нанотехнологий в строительстве». М.: МГСУ, 2009. С. 35–49.
- 2. *Chen J., Poon C.-S.* // Environ. Sci. Technol. 2009. V. 43, № 23, p.p. 8948–8952.
- 3. *Bartos Peter J.M.* Environmentally Active GRC: Towards Better Appearance of Concrete and a Reduction of Air-Pollution in Urban Environment // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство», 2011. Т.3, № 2. С. 24–40.
- 4. Cassar L., Beeldens A., Pimpinelli N., Guerrini G.L. Photocatalysis of cementitious materials // International RILEM Symposium on Photocatalysis, Environment and Construction Materials. 2007, p.p. 131–145.
- 5. *Hüsken G.*, *Hunger M.*, *Brouwers H.J.H.* // Build. Environ., 2009. V. 44, № 12, p.p. 2463–2474.
- 6. *Chen X.*, *Mao S.S.* // Chem. Rev. 2007. V. 107, № 7, p.p. 2891–2959.
- 7. *Peng J., Zhao D., Dai K., et al.* // J Phys. Chem. B. 2005. V. 109, № 11, p.p. 4947–4952.
- 8. *Ichinose H.*, *Terasaki M.*, *Katzuki H.* // J. Ceram. Soc. Jpn. 1996. V. 104, № 8, p.p. 715–718.
- 9. Cassiers K., Linssen T., Mathien M., et al. // J Phys. Chem. B. 2004. V. 108, № 12, p.p. 3713–3721.
- 10. *Zhang Q., Gao L., Guo J.* // Appl. Catal. B., 2000. V. 26, № 1, p.p. 207–215.
- 11. Barret E.P., Joyner L.G., Hallenda P.H. // J. Am. Chem.Soc. 1951. V.73, № 1, p.p. 373–380.
- 12. Rouquerol F., Rouquerol J., Sing K. Adsorption by Powders and Porous Solid: Principles, Methodology, and Applications. San Diego: Academic Press., 1999.
- 13. Beyers E., Cool P., Vansant E.F. // J Phys. Chem. B. 2005. V. 109,  $\mathbb{N}_{2}$  20, p.p. 10081–10086.
- 14. ISO 22197-1:2007 Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) Test method for air-purification performance of semiconducting photocatalytic materials Part 1: Removal of nitric oxide.
- 15. *Nazari A.*, *Riachi S.* // Mater. Sci. And Eng. A. 2011. V. 528, № 4–5, p.p. 2085–2092.
- 16. Liu Z.-H., Tang X., Zhang C., Zhou G. // Chem. Lett. 2005. V. 34,  $\mathbb{N}_2$  10, p.p. 1312–1313.



FALIKMAN Vyacheslav Ruvimovich, Full member of REA, 125009, Russia, Moscow, Gazetny per. 9, bld. 4, vfalikman@yandex.ru

**VAINER Alexander Yakovlevich**, Doct. of Eng., Consultant, Scientific Research Center «Construction», 125009, Russia, Moscow, Gazetny per. 9, bld. 4.

# PHOTOCATALYTIC CEMENTITIOUS COMPOSITES CONTAINING MESOPOROUS TITANIUM DIOXIDE NANOPARTICLES

The advanced method to produce nanoparticles of anatase mesoporous  ${\rm TiO}_2$  with high specific surface  $300~{\rm m}^2/{\rm g}$  has been developed. It was shown that titanium nanodioxide can be used in cement and gypsum composites as a highly efficient photocatalyst in the conversion processes of nitric oxide and volatile organic substances. Influence of radiation intensity, relative humidity, and concentration of contaminant and its stream speed on photocatalysis was studied. It was determined that efficiency of the composites with synthesized samples is 1,5-1,7 times higher than that of the commercial sample of the titanium nanodioxide.

**Keywords:** titanium dioxide, photocatalytic properties, cementitiuos building materials, pollutants.



## References:

- 1. Falikman V.R., Vainer A.Y. Photocatalytic active building materials with titanium dioxide nanoparticles a new concept to improve the ecology of megalopolises'. Proceedings of round table «The problems of application of nanotechnologies in construction». Moscow, MGSU, 2009. 120 p., pp. 35–49.
- 2. Chen J., Poon C.-S. Environ. Sci. Technol. 2009. V. 43, № 23, pp. 8948–8952.
- 3. Bartos Peter J.M. Environmentally Active GRC: Towards Better Appearance of Concrete and a Reduction of Air-Pollution in Urban Environment. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal. Moscow. CNT «NanoStroitelstvo». 2011. V. 3, № 2, pp. 24–40.
- 4. Cassar L., Beeldens A., Pimpinelli N., Guerrini G.L. Photocatalysis of cementitious materials. International RILEM Symposium on Photocatalysis, Environment and Construction Materials. 2007, pp. 131-145.
- 5. Hüsken G., Hunger M.. Brouwers H.J.H. Build. Environ., 2009. V. 44, № 12, pp. 2463–2474.
- 6. Chen X., Mao S.S. Chem. Rev. 2007. V. 107, № 7, pp. 2891–2959.
- 7. *Peng J., Zhao D., Dai K., et al.* J. Phys. Chem. B. 2005. V. 109, № 11, pp. 4947–4952.
- 8. *Ichinose H., Terasaki M., Katzuki H.* J. Ceram. Soc. Jpn. 1996. V. 104, № 8, pp. 715–718.
- 9. Cassiers K., Linssen T., Mathien M., et al. J. Phys. Chem. B. 2004. V. 108, № 12, pp. 3713–3721.
- 10. Zhang Q., Gao L., Guo J. Appl. Catal. B., 2000. V. 26, № 1, pp. 207–215.
- 11. Barret E.P., Joyner L.G., Hallenda P.H. J. Am. Chem. Soc. 1951. V.73, № 1, pp. 373-380.
- 12. Rouquerol F., Rouquerol J., Sing K. Adsorption by Powders and Porous Solid: Principles, Methodology, and Applications. San Diego: Academic Press., 1999.
- 13. Beyers E., Cool P., Vansant E.F. J. Phys. Chem. B. 2005. V. 109, № 20, pp. 10081–10086.
- 14. ISO 22197-1:2007 Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) Test method for air-purification performance of semiconducting photocatalytic materials Part 1: Removal of nitric oxide.
- 15. Nazari A., Riachi S. Mater. Sci. And Eng. A. 2011. V. 528, № 4-5, pp. 2085-2092.
- 16. Liu Z.-H., Tang X., Zhang C., Zhou G. Chem. Lett. 2005. V. 34, № 10, pp. 1312–1313.

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

Falikman V.R., Vainer A.Y. Photocatalytic Cementitious Composites Containing Mesoporous Titanium Dioxide Nanoparticles. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2014, Vol. 6, no. 1, pp. 14–26. Available at: http://issuu.com/nanobuild/docs/nanobuild\_1\_2014\_eng (Accessed \_\_\_\_\_\_). (In Russian).



BATIMAT. INTERCLIMA+ELEC И IDEO BAIN: СЛИЯНИЕ ВО ИМЯ УСПЕХА!

# BATIMAT, INTERCLIMA+ELEC И IDEO BAIN: СЛИЯНИЕ ВО ИМЯ УСПЕХА!

4—8 ноября 2013 г. прошла самая крупная Международная архитектурно-строительная выставка ВАТІМАТ Paris (Франция, Париж). Объединенная экспозиция ВАТІМАТ—2013 получила полное признание профессионалов и обеспечила выставке место



лидирующего международного события в области архитектуры и строительства. На выставке свою продукцию представили 2 526 экспонентов (45% из них – иностранные представители), за 5 дней выставку посетили 353 632 специалиста.

Информационную поддержку ВАТІМАТ-2013 осуществляли ведущие средства массовой информации. Среди них — Интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве», которому вручен Сертификат профессионального издания. Более подробную информацию об Интернет-журнале «Нанотехноло-

гии в строительстве» можно найти на сайте www.nanobuild.ru.

Следующая объединенная сессия выставок BATIMAT, INTER-CLIMA+ELEC и IDEO BAIN состоится 2-6 ноября 2015 г. в Выставочном комплексе Paris Nord Villepinte.

Редакция издания приглашает участников Международной архитектурностроительной выставки ВАТІМАТ-2013 опубликовать информацию о своих достиженниях в журнале по тематике издания (справки по e-mail: info@nanobuild.ru), а также принять участие в выставке ВАТІМАТ-2015.





BATIMAT, INTERCLIMA+ELEC AND IDEO BAIN: INTEGRATION FOR SUCCESS!

# BATIMAT, INTERCLIMA+ELEC AND IDEO BAIN: INTEGRATION FOR SUCCESS!

n the 4–8 November 2013 the largest International Architectural and Construction Exhibition BATIMAT Paris was held in Paris, France. The united exposition BATIMAT–2013 was highly recognized by professionals and it provided the exhibition with the leading international



position in this area. 2 526 exhibitors (45% of them are foreign representatives) presented their products at the exhibition which was visited by 353 632 specialists within 5 days.

Information support of BATIMAT-2013 was provided by the top mass media. One of them is Internet-Journal «Nanotechnologies in Construction» which was awarded with **the Certificate of professional edition**. More information about Internet-Journal «Nanotechnologies in Construction» is on the website www.nanobuild.ru.

The next joint session of BATIMAT, INTERCLIMA+ELEC and IDEO BAIN will be held on 2-6 November 2015 in the exhibition center Paris Nord Villepinte.

The editors of the edition invite the participants of the International Architectural and Construction Exhibition BATIMAT-2013 to publish information about their achievements in the journal (further information by email: info@nanobuild.ru) as well as to take part in the BATIMAT-2015.





# СТРОИТЕЛЬНАЯ ВЫСТАВКА



АРХИТЕКТУРА. СТРОИТЕЛЬСТВО. БЛАГОУСТРОЙСТВО. ЖКХ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ И ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ОБОРУДОВАНИЕ



КЛИМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ. ТЕПЛО-, ГАЗО-, ВОДОСНАБЖЕНИЕ



ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ



СТРОЙСПЕЦТЕХНИКА. ДОРОГА. ТОННЕЛЬ



ДОМ. ДАЧА. КОТТЕДЖ. ДЕРЕВЯННОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ. ЛАНДШАФТНЫЙ ДИЗАЙН



ДИЗАЙН ИНТЕРЬЕРА, ЭКСТЕРЬЕРА. ДЕКОР

ЭКОЛОГИЯ. БЕЗОПАСНОСТЬ





Главный информационный партнер:



Региональный информационный партнер: Business S



Партнер:



Выставочная компания «Сочи-Экспо ТПП г. Сочи» тел./факс: (862) 264-87-00, 264-23-33, (495) 745-77-09 e-mail: M.Lepikova@sochi-expo.ru; www.sochi-expo.ru







# III ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО БЕТОНУ И ЖЕЛЕЗОБЕТОНУ

оссийская академия наук, Российская инженерная академия, Научно-исследовательский центр «Строительство», Национальный исследовательский университет «МГСУ», РААСН и другие организации при поддержке Минстроя России и Минобрнауки наметили проведение 12—16 мая 2014 года III Всероссийской (международной) конференции по бетону и железобетону.

По уровню технических и экономических показателей железобетон является основным конструкционным материалом современности, лидируя в общей структуре мирового производства строительной продукции. Мировой объем применения бетона и железобетона ежегодно превышает 4 миллиарда кубометров, что составляет в стоимостном выражении более 300 миллиардов долларов. Железобетон, несомненно, сохранит свою лидирующую роль в строительстве и в XXI веке.

В России в строительстве ежегодно используется около 60 млн. кубометров сборных и монолитных конструкций и изделий, их производством и применением занимаются более трех тысяч предприятий, сотни



проектных институтов, испытательных лабораторий, сотни кафедр, несколько специализированных НИИ. Это более одного миллиона специалистов.

Деятельность такого внушительного инженерного сообщества не может быть разрозненной, накопилось множество проблем, нуждающихся в развернутом совместном обсуждении.

В бывшем СССР такие конференции проводились регулярно на протяжении более чем 60 лет. Предыдущая, II Всероссийская (с международным участием) конференция, была проведена в Москве в 2005 году и собрала более 600 участников из 50 стран мира. Параллельно этой конференции в Москве прошла 57 Ассамблея Международного союза экспертов и лабораторий в области строительных материалов, систем и конструкций (РИЛЕМ), что явилось ярким подтверждением роли и места отечественной строительной науки в мировом научном сообществе.

На предстоящей конференции, проводимой под девизом «Бетон и железобетон — взгляд в будущее», намечено обсудить состояние и перспективы применения бетона и железобетона в России, а также накопленный за последние годы мировой опыт. Конференция поддерживается и включена в план важных мероприятий профильных международных объединений — Международного союза экспертов и лабораторий в области строительных материалов, систем и конструкций (РИЛЕМ) и Международной федерации по конструкционному бетону (ФИБ), являющихся ее спонсорами.

# Основные проблемы, которые рассмотрит конференция, особенно актуальны в сегодняшние дни. Ее программа включает:

- актуальные проблемы материаловедения;
- теорию железобетона;
- вопросы технологии бетона;
- вяжущие и добавки для бетонов;
- специальные бетоны и композиты, наноматериалы и нанотехнологии в бетоне;
- товарный бетон в строительстве;
- сборный железобетон и заводскую технологию;
- железобетонные конструкции зданий и сооружений, методы расчета и проектирования;



- металлическую и неметаллическую арматуру: тенденции и перспективы;
- железобетон в мостостроении и транспортном строительстве;
- бетон и железобетон в архитектуре;
- железобетон в сейсмостойком строительстве и освоении подземного пространства;
- проблемы долговечности бетона и железобетона;
- восстановление и реконструкция зданий и сооружений из железобетона;
- методы испытаний материалов, систем и конструкций;
- развитие стандартизации и сертификации;
- экологические аспекты применения бетона и железобетона;
- применение железобетона как фактор устойчивого развития строительства.

Оргкомитет III Всероссийской (международной) конференции по бетону и железобетону «Бетон и железобетон — взгляд в будущее», которая будет проходить в Москве 12–16 мая 2014 года, получил более 460 аннотаций докладов из 45 страны мира и 35 регионов России. Научный комитет отобрал для презентации из присланных около 350 докладов. Это позволило сформировать 18 рабочих секций конференции, в том числе секцию «Наноматериалы и нанотехнологии».

В нанотехнологической секции будут представлены интересные сообщения о влиянии различных наночастиц (прежде всего, нанокремнезема и фотокаталитического нанодиоксида титана) и углеродных наноматериалов (нанотрубок, фуллеренов, астраленов) на структуру и свойства цементных бетонов, новые исследования, касающиеся использования нанодисперсных глин в цементах и бетонах, опыт применения наноструктурированного полимерсиликатного бетона и бетонов, армированных нанофибрами. Несомненно, заслуживают внимания и доклады о новых методах исследований, в том числе о способах наночидицирования контактной зоны между цементным камнем и заполнителем с определением ее структурно-механических характеристик.

Все это лишний раз доказывает, что современный прогресс в области нанотехнологий уравнивает бетон с высокотехнологичными материалами, структура которых может быть «запроектирована» по специфическим функциональным критериям: прочности, долговечности,



пониженному уровню воздействия на окружающую среду, что позволит бетону остаться основным конструкционным материалом и в обозримом будущем.

Состав участников предстоящей конференции достаточно широк. Это научно-техническая общественность, руководящие работники и специалисты Минстроя, Минобрнауки, Минэкономики, национальных объединений саморегулируемых организаций, руководители, ученые и специалисты научно-исследовательских и учебных институтов, проектных организаций России и зарубежья, архитекторы, руководители и инженерно-технические работники предприятий строительной индустрии и строительно-монтажных организаций. Предполагаемая численность участников — до 600 человек.

Впервые научно-практическая конференция отрасли будет проходить под эгидой и при непосредственном участии Российской академии наук. Помимо генеральных докладов, авторами которых намечены видные отечественные и зарубежные ученые, руководители ряда международных ассоциаций по бетону и железобетону, а также работы секций, конференцию планируется сопроводить обширной выставкой и практическими семинарами по насущным проблемам применения бетона и железобетона в строительстве. Все это даст возможность наметить новые направления фундаментальных и прикладных исследований в бетоноведении, открывающие дальнейшие перспективы развития.

Конференция позволит приблизить решение серьезных задач по повышению эффективности работы отрасли, к которым следует отнести:

- новые принципы проектирования и строительства из железобетона:
- расширение объемов применения долговечных бетонов с высокими архитектурными свойствами;
- разработку ускоренных и экономичных методов твердения;
- расширение применения новых технологий укладки бетона, исключающих вибрирование как способ уплотнения бетонной смеси;
- роботизацию и компьютеризацию производства сборных конструкций и изделий;
- индустриализацию монолитного строительства;
- разработку технологий утилизации бетона после демонтажа устаревших зданий, других техногенных продуктов.



Повышение эффективности использования бетона и железобетона является важной составляющей научно-технической политики развития строительства, в целом, и, несомненно, должно обеспечить реализацию ряда крупных федеральных программ, в т.ч. государственной программы Российской Федерации «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации», программы «Развитие транспортной системы России (2010–2015 годы)», программы «Развитие атомного энергопромышленного комплекса России на 2007–2010 годы и на перспективу до 2015 года», ряда крупных региональных программ Минрегиона и Минстроя России.

Материалы конференции планируется издать в электронном и печатном виде. Они будут размещены в Научной электронной библиотеке (eLibrary.ru) и включены в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). ВИНИТИ опубликует рефераты докладов в своих реферативных журналах. Наиболее интересные статьи будут опубликованы также в российских и иностранных периодических изданиях, включая Интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве».

Сайт конференции – www.concrete2014.mgsu.ru

Заместитель председателя Оргкомитета, член Бюро РИЛЕМ и руководитель Национальной делегации Российской Федерации в ФИБ

В.Р. Фаликман





# THE 3<sup>RD</sup> ALL-RUSSIAN CONFERENCE ON CONCRETE AND REINFORCED CONCRETE

ussian Academy of Sciences, Russian Engineering Academy, Research Center «Stroitel'stvo», National Research University «MGSU», RAACS and other organizations supported by the Ministry of Construction and the Ministry of Education have planned to hold the 3<sup>rd</sup> All-Russian (International) on Concrete and Reinforced Concrete in May 2014.

Due to the technical and economic characteristics reinforced concrete is considered to be the main structural material in contemporaneity, and it dominates in the overall structure of the world production of building products. The world scope of application of concrete and reinforced concrete is annually more than 4 billion cubic meters, and that is more than 300 billion dollars in value terms. It is obvious that reinforced concrete will keep its leading role in construction in XXI century too.

The aim of the coming conference which slogan is «Concrete and Reinforced Concrete – Glance at Future» is scheduled to discuss the state of and prospects for the use of concrete and reinforced concrete in Russia, as well



as international experience accumulated in recent years. The conference is sponsored by the specialized international associations: International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Systems and Structures (RILEM) and the International Federation for Structural Concrete (*fib*), and it is included in schedule of their main events.

# Nowadays the general problems to be considered at the conference are of great importance. The conference programme includes:

- General problems of materials science
- The theory of structural concrete
- Concrete technology problems
- Binders and admixtures for concrete
- Special concrete and composites, nanomaterials and nanotechnologies in concrete
- Ready mix concrete in construction
- Precast concrete and factory technology
- Reinforced concrete structures of buildings and constructions, analysis and design methods
- Steel and non-metal composite reinforcement: tendencies and prospects
- Reinforced concrete in bridges and transport construction
- Concrete and reinforced concrete in the architecture
- Reinforced concrete in seismic construction and development of underground space
- Problems of structural concrete durability
- Restoration and rehabilitation of reinforced concrete buildings and structures
- Testing methods for materials, systems and structures
- Development of standardization and certification
- Environmental aspects of application of concrete and reinforced concrete
- Reinforced concrete use as the factor of sustainable development in construction

Organizing Committee of the 3<sup>rd</sup> All-Russian (International) Conference on Concrete and Reinforced Concrete «Concrete and Reinforced Concrete – Glance at Future» which will be held in Moscow on 12–16 May 2014,



received more than 460 abstracts from 45 countries and 35 Russian regions. International and National Scientific Committees have chosen 350 reports to be presented at the conference. Due to that 18 sessions have been formed including the session «Nanomaterials and nanotechnologies».

The nanotechnological session will present interesting papers concerning the influence of different nanoparticles (first of all nanosilica and photocatalytic titanium nanodioxide) and carbon nanomaterials (nanotubes, fullerens, astralens) on the structure and properties of cement concretes, new research related to the use of nanodispersed clays in cements and concretes, experience of applying nanostructured silicate polymer concrete and concretes reinforced by nanofibers. Undoubtedly one should also pay attention to the reports about new investigation methods including the method of nanoindicating of contact zone between cement stone and filler with determination of its structural and mechanical properties.

All that proved once more that current progress in the field of nanotechnologies places the concrete with high-tech materials, whose structure may be «designed» for specific functional criteria: strength, durability, reduced environmental impact. This will allow the concrete to remain the main structural material in the foreseeable future.

The conference materials are to be published in electronic and printed form. They will be included into the Scientific electronic library (eLibrary. ru) and Russian Science Citation Index. VINITI will publish the abstracts of the papers in its abstractive scientific journals. The most interesting papers will be issued in Russian and foreign periodical editions including «Nanotechnologies in Construction».

The official website - www.concrete2014.mgsu.ru

Vice-chair of Organizing Committee, Member of Bureau and the Head of the National Delegation of Russian Federation in fib

V.R. Falikman



УДК 536:621.763

ФОМИН Николай Егорович, канд. физ.-мат. наук, проф., зав. каф. физики твердого тела, Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева. Институт физики и химии. 430005, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Большевистская, д. 68, vice-rector@adm.mrsu.ru

**НИЗИНА Татьяна Анатольевна**, д-р техн. наук, советник РААСН, проф. каф. строительных конструкций, доцент, архитектурно-строительный факультет, Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева. 430005, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Советская, 24, nizinata@yandex.ru

ЮДИН Вячеслав Александрович, канд. физ.-мат. наук, доцент каф. физики твердого тела, Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева. Институт физики и химии. 430005, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Большевистская, д. 68, uva201@mail.ru

**КИСЛЯКОВ Павел Александрович**, аспирант каф. строительных конструкций, архитектурно-строительный факультет, Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева. 430005, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Советская, 24, kisliy@yandex.ru

**КИРЕЕВ Алексей Анатольевич**, аспирант каф. физики твердого тела, Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева. Институт физики и химии. 430005, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Большевистская, д. 68, kireev\_alexey@mail.ru

## АНАЛИЗ ТЕРМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫХ ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИТОВ\*

Приведены результаты экспериментальных исследований эпоксидных композитов, модифицированных наночастицами, полученные методом термогравиметрического анализа. Установлены зависимости интенсивности процессов термодеструкции на воздухе от технологических факторов и содержания наночастиц. Выявлены оптимальные концентрации 5 видов наномодификаторов на основе аддуктов нанокластеров углерода, представляющих собой функционализированные углеродные соединения. Несомненным преимуществом данных модификаторов является их высокая растворимость в полярных растворителях, что значительно упрощает их использование, позволяя отказаться от применения дополнительной ультразвуковой обработки.

Изучение процессов термоокисления модифицированных эпоксидных связующих проводили в динамическом режиме с использованием модуля TGA/SDTA851e системы STARe в интервале температур  $25 \div 800$ °C в атмосфере воздуха при одновременном удалении газообразных продуктов деструкции. В качестве эталона использовался оксид алюминия  $(Al_{\circ}O_{\circ})$ , скорость набора температуры составляла 10 град./мин.

Выявлено, что процесс термодеструкции протекает в две стадии. На первой стадии происходит основное окислительное разложение полимера с потерей до 80% первоначальной массы образца; на второй — дальнейшее окислительное разложение

<sup>\*</sup> Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 13-08-97172.



эпоксидного композита, связанное с разрушением углеродного скелета. Экспериментально установлено, что введение модификаторов приводит к изменению процесса термоокислительного разложения и изменению удельной энергии эпоксидных композитов в зависимости от вида и концентрации наномодификатора. Показано, что введение оптимальных количеств модификатора позволяет увеличить термические и энергетические характеристики, и, как следствие, долговечность эпоксидных покрытий, эксплуатирующихся в условиях воздействия агрессивных климатических факторов.

**Ключевые слова:** термогравиметрический анализ, эпоксидный композит, наномодификатор, термодеструкция на воздухе, окислительные процессы, тепловая энергия, экзотермические пики.

последние годы в области строительного материаловедения намечается тенденция активного внедрения наночастиц различного вида для модификации свойств строительных материалов. Многочисленные публикации в научной периодике свидетельствуют о создании композитов, обладающих улучшенными эксплуатационными характеристиками при введении в их состав наномодификаторов в «гомеопатических» количествах [1–6].

Полимерные композиционные материалы на основе эпоксидных и других видов вяжущих с каждым годом находят все более широкое применение в современном строительстве. Благодаря высоким физикомеханическим свойствам защитные покрытия способствуют увеличению долговечности строительных конструкций, что значительно повышает экономическую эффективность строительства. Их активное использование обусловлено положительными свойствами эпоксидного полимера, отличительными качествами которого являются высокая ударная прочность и стойкость к истиранию, повышенная прочность при изгибе, низкая деформативность, хорошая стойкость к химическим воздействиям и водостойкость. Высокие характеристики данных композитов нашли своё применение в разработке наливных полов, различных пропиток, клеевых составов и разнообразных декоративных штукатурок.

Однако эпоксидные композиции обладают низкой вязкостью, что приводит к необходимости их модификации путем введения пластификаторов и растворителей, как правило, снижающих прочностные пара-



метры. Как показали результаты проведенных исследований [1, 3, 6–9], дополнительные эффекты пластификации без потери упруго-прочностных характеристик могут быть достигнуты за счет введения наночастиц. Однако в подобных случаях возникает необходимость в разбивании агрегатов наночастиц и равномерном их распределении по объему полимерного композита, достигаемом, как правило, за счет применения дополнительной ультразвуковой обработки. В подобных случаях возникает масса вопросов, связанных с оптимизацией объема, длительности воздействия, интенсивности и частоты ультразвуковых колебаний.

Дальнейшее развитие направления наномодификации строительных материалов может быть получено за счет использования наномодифицирующих добавок, относящихся к группе растворимых аддуктов нанокластеров углерода (АНКУ; техническое название «Астрален С»), производимых ЗАО «НТЦ Прикладных Нанотехнологий». Используемые модификаторы представляют собой функционализированные углеродные соединения, обладающие высокой растворимостью в полярных растворителях, что значительно упрощает их использование, позволяя отказаться от применения дополнительной ультразвуковой обработки. Основной задачей данного исследования является установление термостойкости эпоксидных композитов, модифицированных 5 видами АНКУ в зависимости от вида и содержания наномодификатора.

Термические характеристики полимерных материалов определяют температурную область их работоспособности, а, следовательно, и их долговечность. Тепловое старение полимеров во многих случаях может быть описано на основе кинетики химических реакций, в которых как косвенный показатель стабильности часто используют массу. Изменение массы при старении можно точно определить методом термогравиметрического анализа (ТГА). Данный метод позволяет непрерывно регистрировать изменение массы (m) и скорость ее изменения (dm/dT) при постоянной скорости нагрева [10].

Термогравиметрический метод анализа позволяет быстро получить информацию о термостабильности полимерных материалов и влиянии на нее различных факторов, например, вида и количества модификаторов, пластификаторов, отвердителей и т.д. Поэтому проведение подобных исследований представляет значительный интерес.

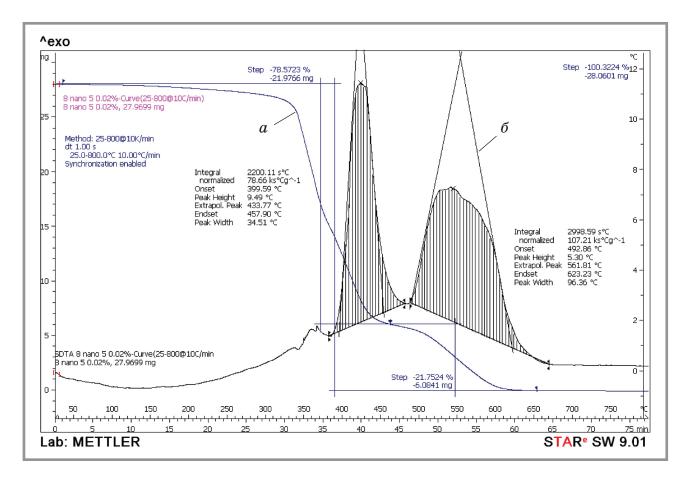
Исследования проводились на образцах на основе эпоксидного связующего ЭД-20, отверждаемого комплексом отвердителей аминного



 $(\Pi \ni \Pi A)$  и аминофенольного  $(A\Phi - 2)$  типа. Для введения в состав композитов наночастиц применялся высокополярный растворитель диметилформамид (ДМ $\Phi A$ ).

Изучение процессов термоокисления модифицированных эпоксидных связующих проводили в динамическом режиме с использованием модуля TGA/SDTA851e системы STARe в интервале температур  $25 \div 800^{\circ}C$  в атмосфере воздуха при одновременном удалении газообразных продуктов деструкции. В качестве эталона использовался оксид алюминия  $(Al_2O_3)$ , скорость набора температуры составляла 10 град./мин.

На рис. 1 представлен типичный вид кривых термодеструкции эпоксидных композитов на примере состава, модифицированного 0.02% наночастицами АНКУ 5. Из анализа полученных результатов следует, что процесс термодеструкции полимера происходит в две стадии. На пер-



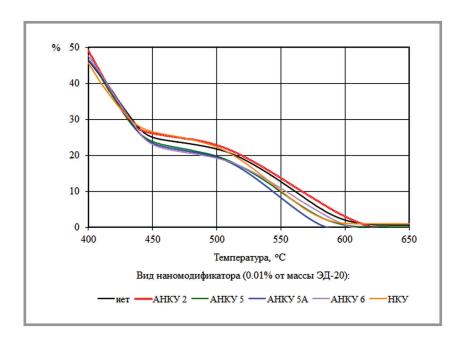
Puc. 1. Кривые TGA (а) и SDTA (б) термодеструкции эпоксидного композита, модифицированного 0,02% АНКУ 5



вой стадии наблюдается основное окислительное разложение полимера с потерей до 80% массы образца. В этой области наблюдается отчетливый экзотермический пик при  $T_{\rm max}$  =433,77°C. На второй стадии происходит дальнейшее окислительное разложение эпоксидного композита, связанное с разрушением углеродного скелета. Данный процесс сопровождается выделением большого количества энергии, что иллюстрируется интенсивными экзотермами на кривых SDTA (рис. 1, кривая б).

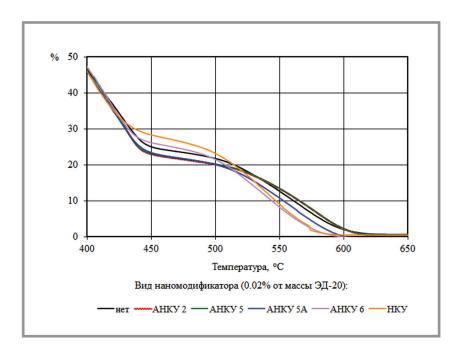
При исследовании наномодифицированных эпоксидных композитов наиболее интересен второй этап термодеструкции. Именно на этом этапе происходят основные окислительные процессы, способствующие установлению влияния применяемых наномодификаторов на термостойкость полимера.

Из представленных данных (рис. 2–4) видны существенные различия в протекании процессов термоокислительной деструкции эпоксидных композитов, модифицированных наночастицами. У составов с содержанием 0,01% АНКУ 5, АНКУ 5А и АНКУ 6 (рис. 2) потери массы на первой стадии разложения практически одинаковы и составляют около 80%. Составы с идентичной концентрацией АНКУ 2 и НКУ оказываются более стойкими; потеря массы для них, в среднем, ниже на 5%.

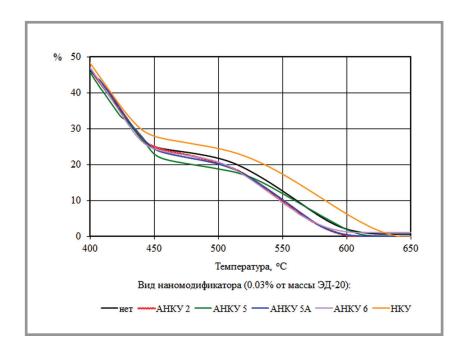


Puc. 2. Кривые TGA термоокислительной деструкции эпоксидного композита, модифицированного наночастицами (концентрация 0,01%)





Puc. 3. Кривые TGA термоокислительной деструкции эпоксидного композита, модифицированного наночастицами (концентрация 0,02%)



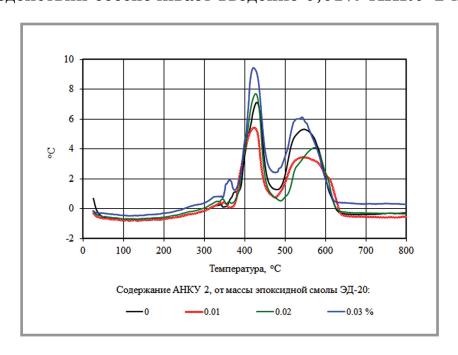
Puc. 4. Кривые TGA термоокислительной деструкции эпоксидного композита, модифицированного наночастицами (концентрация 0,03%)



Повышение концентрации наномодификаторов приводит к увеличению потери массы в среднем на 3-5% как на первой, так и на второй стадии термоокислительной деструкции (рис. 3-4). Исключением являются составы с 0.03% содержанием НКУ (рис. 4). Такой характер термодеструкции полимеров, модифицированных НКУ, по-видимому, можно объяснить увеличением плотности сшивки, что повышает термическую устойчивость.

Кривые SDTA, представленные на рис. 5 и 7, свидетельствуют о том, что процессы деструкции на обеих стадиях сопровождаются интенсивным выделением тепловой энергии. Введение модификаторов изменяет процесс термоокислительного разложения: меняется вид кривых SDTA, появляются новые пики – 419°C для 0,01% содержания АНКУ 2 и 416°C для 0,03% содержания НКУ. Кроме того, уменьшается высота пиков по сравнению с немодифицированными составами и увеличивается удельная энергия для композитов с 0,01% содержанием АНКУ 2 (рис. 6), что свидетельствует об увеличении выделения тепловой энергии, связанном, по-видимому, с деструкцией высокоэнергетических составляющих композита.

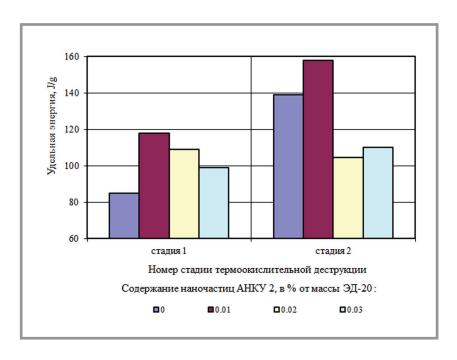
Наиболее эффективную защиту эпоксидных покрытий от термических воздействий обеспечивает введение 0,01% АНКУ 2 или 0,03%



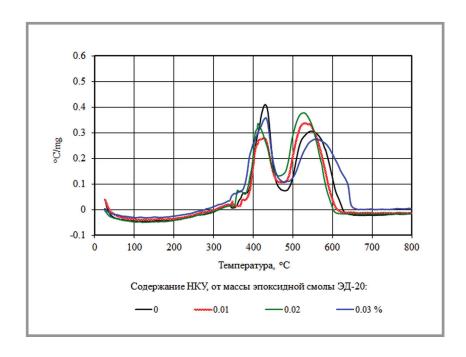
Puc. 5. Кривые SDTA эпоксидных композитов, модифицированных АНКУ 2



Н.Е. ФОМИН и др. Анализ термических свойств наномодифицированных эпоксидных композитов



 $Puc.\ 6.\ \Gamma$ истограммы изменения удельной энергии эпоксидных композитов, модифицированных  ${
m AHKY}\ 2$ 



Puc. 4. Кривые SDTA эпоксидных композитов, модифицированных НКУ



 ${
m HKY}.$  Введение данных модификаторов в эпоксидное связующее обеспечивает максимальное увеличение температуры (на  $15\div20^{\circ}{
m C}$ ) и удельной энергии (на 15%) термоокислительной деструкции. Модифицированные эпоксидные композиты обладают повышенной степенью устойчивости к воздействию высоких температур.

Результаты исследования свидетельствуют о возможности и целесообразности использования наномодифицирующих добавок АНКУ 2 и НКУ для увеличения термических и энергетических свойств, и, как следствие, долговечности эпоксидных покрытий. Такого рода стабилизация имеет большое практическое значение при использовании эпоксидных композитов в строительной индустрии в качестве защитно-декоративных покрытий, эксплуатирующихся в условиях воздействия агрессивных климатических факторов.

### Уважаемые коллеги!

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

Фомин Н.Е., Низина Т.А., Юдин В.А., Кисляков П.А., Киреев А.А. Анализ термических свойств наномодифицированных эпоксидных композитов // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. – М.: ЦНТ «НаноСтроительство», 2014. – Том 6, № 1. – С. 38–50. URL: http://issuu.com/nanobuild/docs/nanobuild 1 2014 rus (дата обращения: ).



## Библиографический список:

- 1. Пономарев А.Н. Технологии микромодификации полимерных и неорганических композиционных материалов с использованием наномодификаторов фуллероидного типа // Труды международной конференции ТПКММ (Москва, 27–30 августа 2003 г.). С. 508–518.
- 2. *Гусев Б.В.* Проблемы создания наноматериалов и развития нанотехнологий в строительстве // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство», 2009. Т. 1, № 2. С. 5–10. URL: http://nanobuild.ru (дата обращения 15.11.2013).
- 3. *Низина Т. А., Кисляков П.А.* Оптимизация свойств эпоксидных композитов, модифицированных наночастицами // Строит. материалы. -2009. -№ 9. -ℂ. 78-80.
- 4. *Гусев Б.В.* Развитие нанотехнологий актуальнейшее технологическое направление в строительной отрасли // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство», 2011. Т. 3, № 2. С. 6–20. URL: http://nanobuild.ru (дата обращения: 22.11.2013).
- 5. *Смирнов В.А., Королев Е.В.* Наномодифицированные эпоксидные композиты // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство», 2012. Т. 4, № 4. С. 17–27. URL: http://nanobuild.ru (дата обращения: 12.09.2013).
- 6. Низина Т.А., Кисляков П.А. Наномодификация эпоксидных композиционных материалов // Разработка современных технологий и материалов для обеспечения энергосбережения, надежности и безопасности объектов архитектурно-строительного и дорожного комплекса: материалы Междун. научно-практич. симпозиума. Саратов, 2010. С. 19–23.
- 8. *Кисляков П.А.*, *Низина Т.А.* Наномодифицированные эпоксидные композиты строительного назначения // Перспективные материалы. -2010. N 9. C. 113-116.
- 9. *Низина Т.А.*, *Селяев В.П.*, *Кисляков П.А.*, *Низин Д.Р.* Анализ влияния наномодификаторов на изменение свойств и структурной неоднородности эпоксидных композитов // Вестник Волжского регионального отделения РААСН. Нижний Новгород: ННГАСУ, 2012. Вып. 15. С. 150–157.
- 10. Ященко Л.Н., Тодосийчук Т.Т., Запунная К.В., Кривченко Г.Н. Термические свойства модифицированных полиуретанов // Полімерний журнал. 2007. Т. 29, № 4. С. 253—258

Контакты	e-mail: nizinata@yandex.ru
----------	----------------------------



УДК 536:621.763

FOMIN Nikolay Egorovich, Ph.D. in Physics and Mathematics, Professor, Head of the Chair of Solid State Physics, N.P.Ogarev Mordovia State University, Institute of Physics and Chemistry; 430005, Republic of Mordovia, Saransk, Bolshevitskays str., bld. 68, vice-rector@adm.mrsu.ru

NIZINA Tatyana Anatolevna, Doctor of Engineering, Associate Professor, Adviser of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Professor of the Chair of Building Structures, N.P.Ogarev Mordovia State University, the Faculty of Architecture and Construction; 430005, Republic of Mordovia, Saransk, Sovetskaya str., bld. 24, nizinata@yandex.ru

YUDIN Vyacheslav Aleksandrovich, Ph.D. in Physics and Mathematics, Associate Professor of the Chair of Solid State Physics, N.P.Ogarev Mordovia State University, Institute of Physics and Chemistry; 430005, Republic of Mordovia, Saransk, Bolshevitskays str., bld. 68, uva201@mail.ru

KISLYAKOV Pavel Aleksandrovich, Postgraduate of the Chair of Building Structures, N.P.Ogarev Mordovia State University, the Faculty of Architecture and Construction; 430005, Republic of Mordovia, Saransk, Sovetskaya str., bld.24, kisliy@yandex.ru

KIREEV Alexey Anatolevich, Postgraduate of the Chair of Solid State Physics, N.P.Ogarev Mordovia State University, Institute of Physics and Chemistry; 430005, Republic of Mordovia, Saransk, Bolshevitskays str., bld. 68, kireev alexey@mail.ru

# ANALYSIS OF THE THERMAL PROPERTIES OF NANOMODIFIED EPOXY COMPOSITE

The paper presents the results of experimental research of epoxy composites modified by nanoparticles. The results were obtained by the method of thermogravimetric analysis. The dependences between the intensity of the processes of thermal degradation in the air and technological factors and content of nanoparticles have been determined. The optimal concentration of 5 types of nanomodifiers besed on carbon nanoclusters adducts, which are functionalized carbon compounds has been revealed. The obvious advantage of these modifiers is their high solubility in polar solvents, that makes the use of these modifiers easier and allows disusing the additional sonication.

Investigation of thermooxidation processes of modified epoxy resins was performed in a dynamic mode using TGA/SDTA851e module of STARe System in the temperature range  $25 \div 800^{\circ}$ C in air atmosphere with simultaneous removal of the gaseous decomposition products. Aluminum oxide (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) was used as the etalon, the temperature speed set was 10 deg./min.

It was found out that the process of thermal degradation consists of two stages. The first step is characterized by the main oxidative degradation of polymer and the loss of up to 80% of the original sample weight, the second step is accompanied by the further oxidative decomposition of epoxy composite related to the carbon skeleton destruction. It was proved experimentally that injection of modifiers changes thermal-oxidative decomposition processes and also changes specific energy of epoxy composite according to the type and concentration of nanomodifier. It was shown that the injection of optimal amounts of modifier allows increase of the thermal and energy characteristics, and as a result, the durability of epoxy coatings exposed to aggressive climatic factors.

**Key words:** thermogravimetric analysis, epoxy composite, nanomodifier, thermal degradation in the air, oxidative processes, thermal energy, endothermic peaks.



### References:

- 1. Ponomarev A.H. Technology of micromodifications polymeric and inorganic composite materials using nanomodifier fulleroid type. Trudy mezhdunarodnoj konferencii TP-KMM [Proc. of the International conference TPKMM]. Moscow. August 27–30, 2003. pp. 508–518.
- 2. Gusev B.V. Problems of nanomaterials creation and nanotechnologies development in construction industry. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal. Moscow. CNT «NanoStroitelstvo». 2009. № 2. pp. 5–10. URL: http://www.nanobuild.ru (date of access 15.11.2013).
- 3. *Nizina T.A.*, *Kislyakov P.A.* Optimizing the properties of epoxy composites modified by nanoparticles. Construction Materials. 2009. № 9. pp. 78–80.
- 4. Gusev B.V. Development of nanotechnologies the most important technological direction in costruction. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet–Journal. Moscow. CNT «NanoStroitelstvo». 2011. № 2. pp. 6–20. URL: http://www.nanobuild.ru (date of access: 22.11.2013).
- 5. Smirnov V.A., Korolev E.V. Nanomodified epoxy composites. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal. Moscow. CNT «NanoStroitelstvo». 2012. № 4. pp. 17–27. URL: http://www.nanobuild.ru (date of access: 12.09.2013).
- 6. Nizina T.A. Kislyakov P.A. Nanomodification of epoxy composition materials. Razrabotka sovremennyh tehnologij i materialov dlja obespechenija jenergosberezhenija, na-dezhnosti i bezopasnosti obiektov arhitekturno-stroitel'nogo i dorozhnogo kompleksa: materialy Mezhdun. nauchno-praktich. simpoziuma [Development of modern technologies and materials for energy efficiency, reliability and safety objects of Architecture and Civil Engineering and Road Complex: Works of the International scientific and practical symposium]. Saratov, 2010. pp. 19–23.
- 7. Nizina T.A., Yudin V.A, Kislyakov P.A., Kireev A.A. Applying of the method of differential scanning calorimetry to investigate the properties of the epoxy composites modified by nanoparticles. VESTNIK TGASU. 2011. № 1. pp. 145–150.
- 8. *Kislyakov P.A.*, *Nizina T.A.* Nanomodified epoxy composites for construction purposes. Perspectivnye Materialy. 2010. № 9. pp. 113–116.
- 9. *Nizina T.A.*, *Selyaev V.P. Kislyakov P.A.*, *Nizin D.R.* Analysis of the influence of nanomodifier on the changes in the properties and structural heterogeneity of epoxy composites. Bulletin of the Volga regional branch RAACS. V. 15. Nizhny Novgorod: NNGASU. 2012. pp. 150–157.
- 10. Yaschenko L.N., Todosiychuk T.T., Zapunnaya K.V., Krivchenko G.N. Thermal properties of modified polyurethane. Polimerny zhurnal [Polymer Journal]. 2007. V. 29. № 4. pp. 253–258.

Contacts	e-mail: nizinata@yandex.ru
----------	----------------------------



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

Fomin N.E., Nizina T.A., Yudin V.A., Kislyakov P.A., Kireev A.A. Analysis of the thermal properties of nanomodified epoxy composite. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2014, Vol. 6, no. 1, pp. 38–50. Available at: http://issuu.com/nanobuild/docs/nanobuild\_1\_2014\_eng (Accessed \_\_ \_\_\_\_\_). (In Russian).



# ЛАУРЕАТЫ ПРЕМИЙ «ЗОЛОТОЙ ФЕНИКС-2013» И «РОССИЙСКИЙ ОЛИМП-2013»

декабря 2013г. в Москве в Центральном Доме журналиста состоялась объединённая торжественная церемония награждения лауреатов премий «Золотой Феникс—2013», «Российский Олимп—2013» и вручения сертификатов программ «Надежные организации строительного комплекса—2013», «Передовые организации высоких технологий—2013», «Передовые организации жилищно-коммунального хозяйства—2013».

По итогам заседания Экспертного и Общественного Советов Премий лауреатами были признаны достойнейшие организации и профессионалы в финансовой, строительной и жилищно-коммунальной сферах российской экономики, которые своей эффективной деятельностью заслужили признание общества и государства.

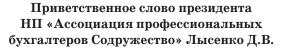
Программы проводятся при поддержке Правительства Москвы, администраций субъектов Российской Федерации, Торгово-промышленной палаты Российской Федерации, Российского союза промышленников и предпринима-



Призы Премий «Золотой Феникс-2013» и «Российский Строительный Олимп-2013»









Приветственное слово Елены Хруповой, руководителя и телеведущей программы РБК «Хрупова. Взгляд»

телей, Российского союза строителей, Московской международной бизнес ассоциации, саморегулируемых организаций, профессиональных общественных объединений разных отраслей экономики и ряда других организаций.

Программы «Российский Олимп» позволяют повышать социальный статус цивилизованного предпринимательства в глазах общественности и укрепляют позитивные тенденции в развитии российской экономики.

В 2009 году, в период мирового кризиса, программа «Российский Олимп» в финансовой сфере получила новое название — «Золотой Феникс» (www.golden-phoenix.ru), по аналогии с мифологической птицей — символом вечного обновления. Премия «Золотой Феникс» является специальной общественной наградой, свидетельствующей о высшей профессиональной компетентности лауреатов в сфере банковского, страхового, инвестиционного бизнеса, услуг рынка FOREX, аудиторских услуг и других видов финансовой деятельности.

В 2011 году введены новые номинации, направленные на повышение престижа рабочих и специалистов под общим названием «Галерея профессионалов».

В 2013 году учреждена профессиональная премия «Российский Олимп высоких технологий» (www.hi-techolimp.ru), целью которой является выявление компаний, качественно и эффективно работающих в отраслях высоких технологий.



В 2013 году создана премия «Российский жилищно-коммунальный Олимп» (www.zhkolimp.ru), призванная содействовать решению проблем в жилищно-коммунальной сфере, повышению эффективности работы отрасли, улучшению качества жизни граждан путем популяризации лучших предприятий, научных и социальных проектов в сфере ЖКХ, служащих примером для преемственности и получения опыта другими предприятиями и регионами Российской Федерации.

Впервые на церемонии вручаются награды лауреатам программ «Российский жилищно-коммунальный Олимп» и сертификаты программы «Передовые организации жилищно-коммунального хозяйства». Обладатели сертификатов включаются в «Реестр передовых организаций жилищно-коммунального хозяйства».

В номинации «Информационный партнер» награждаются выдающиеся представители отраслевой прессы, которые внесли значительный вклад в развитие экономики страны и оказали неоценимую помощь в продвижении программ «Российский Олимп».

Премии «Российский Олимп» являются знаком качества и подтверждают высокую культуру предпринимательства, деловую активность, эффективность деятельности лауреатов. Номинанты и лауреаты Премии — организации с разной историей и подходами к ведению бизнеса, но всех их объединяет одно — неизменно высокая надежность и качество предоставляемых услуг.

# ЛАУРЕАТЫ ПРЕМИИ «ЗОЛОТОЙ ФЕНИКС—2013»

**Альпари,** г. Москва в номинации «Лучший форекс-брокер в России».

Генеральный директор – *Шилов Борис Николаевич*.



АЛЬПАРИ — лауреат премии «Золотой Феникс—2013» в номинации «Лучший форекс-брокер в России». На сцене руководитель PR — отдела Андрей Лобода



# СПЕЦИАЛИСТЫ ФИНАНСОВОЙ ОТРАСЛИ, ЗАНЕСЕННЫЕ В «ГАЛЕРЕЮ ПРОФЕССИОНАЛОВ ФИНАНСОВОГО РЫНКА—2013»

Некоммерческое партнерство «**Ассоциация Профессиональных Бухгалтеров Содружество**», г. Москва:

*Лысенко Денис Владимирович* – президент;

*Манузина Наталья Владимировна* − председатель Комитета по стандартизации и методологии бухгалтерского учета;

*Ярыгин Владимир Васильевич* − председатель Комитета по взаимодействию с органами государственной власти, профессиональными и отраслевыми объединениями;

*Слотова Ольга Леонидовна* – руководитель комитета по рейтингу.

# ЛАУРЕАТЫ ПРЕМИИ «РОССИЙСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ОЛИМП—2013»

## Ассоциация СРО «Синергия», г. Москва

в номинации «За вклад в развитие системы саморегулирования, а также повышение эффективности профессиональной деятельности членов саморегулируемых организаций, содействие осуществлению научно-технического сотрудничества в области строительства, проектирования и энергоаудита».

Президент – *Белоус Александра Сергеевна*;

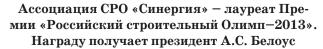
## ОАО «СИБГИПРОСЕЛЬХОЗМАШ», г. Барнаул

в номинации «Строительное, инженерно-конструкторское и технологическое проектирование».

Генеральный директор – Чубара Виктор Кириллович;









Золотой Сертификат программы «Надёжные организации строительного комплекса» получает генеральный директор ООО «Лифт» г. Магнитогорска С.А. Плотников

Некоммерческое партнерство «Ассоциация Профессиональных Бухгалтеров Содружество», г. Москва

в номинации «За профессиональный вклад в разработку стандартов бухгалтерского учета для предприятий строительного комплекса».

Президент – Лысенко Денис Владимирович.

# Организации — обладатели золотых сертификатов программы «НАДЕЖНЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА—2013»

**ООО** «**КВАРДО**», Московская обл., г. Раменское Генеральный директор – *Никулин Владимир Борисович*;

**ООО** «Лифт», г. Магнитогорск Директор – Плотников Сергей Александрович.



# Организации — обладатели ревизионных сертификатов программы «НАДЕЖНЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА—2013»

**ООО** «Геосъёмка», г. Пермь. Директор – *Брюхов Андрей Михайлович*.



А.М. Брюхов — лауреат программы «Надёжные организации строительного комплекса» ООО «Геосъёмка», г. Пермь



Президент некоммерческого партнерства «Ассоциация Профессиональных Бухгалтеров Содружество» Д.В. Лысенко

# СПЕЦИАЛИСТЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ, ЗАНЕСЕННЫЕ В «ГАЛЕРЕЮ СТРОИТЕЛЬНОЙ СЛАВЫ—2013»

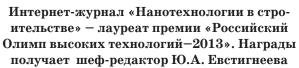
Общество с ограниченной ответственностью «Геосъёмка», г.Пермь: Иванов Сергей Витальевич, заместитель директора по производству;

Надымов Владислав Михайлович, инженер 2 категории; Овчинников Михаил Александрович, инженер 2 категории.

Общество с ограниченной ответственностью «Базстрой», г. Москва: Попов Олег Александрович, директор.









Сертификат программы «Передовые организации высоких технологий—2013» получает генеральный директор ООО «КрокК Энерго», Республика Тыва, Ю.В. Кольцов

# ЛАУРЕАТЫ ПРЕМИИ «РОССИЙСКИЙ ОЛИМП ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ—2013». ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЁР

**Интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве»**, г. Москва в номинации «За продвижение на российский рынок новых науко-ёмких технологий (прежде всего — нанотехнологий в строительстве и ЖКХ), имеющих важное значение для страны».

Главный редактор – *Гусев Борис Владимирович*.

## Организации — обладатели сертификатов программы «ПЕРЕДОВЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ—2013»

## 000 «КрокК Энерго», Республика Тыва, г. Кызыл

в номинации «Инновационная компания в области производства твёрдотопливных водогрейных печей и котлов для автономного отопления и горячего водоснабжения жилых и производственных помещений».

Генеральный директор - Кольцов Юрий Викторович.



# СПЕЦИАЛИСТЫ, ЗАНЕСЕННЫЕ В «ГАЛЕРЕЮ ПРОФЕССИОНАЛОВ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ—2013»

**ООО** «**Крок**К **Энерго**», Республика Тыва, г. Кызыл **Кольцов Юрий Викторович**, генеральный директор.

# ЛАУРЕАТЫ ПРЕМИИ «РОССИЙСКИЙ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНЫЙ ОЛИМП—2013»

## **ООО** « **Новая Ижора**», г. С-Петербург, г. Пушкин

в номинации «Лидер жилищно-коммунального хозяйства» — за высокое качество обслуживания жителей, применение новых информационных технологий, современного высокопроизводительного оборудования и механизмов и большой вклад в развитие социальных проектов».

Генеральный директор – Дорофеев Сергей Иванович.



Приветственное слово заместителя начальника Мосжилинспекции, Почетного строителя России В.В. Сокова



ООО «Правовые и управленческие решения» — Сертификат программы «Передовые организации жилищно-коммунального хозяйства—2013» получает генеральный директор А.Н. Федоров



# ЛАУРЕАТЫ ПРЕМИИ «РОССИЙСКИЙ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНЫЙ ОЛИМП—2013». ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЁР

Информационно-аналитический журнал «Председатель ТСЖ»

в номинации «За вклад в жилищное просвещение и популяризацию реформы  $\mathcal{K}KX$ ».

Главный редактор – Беркимбаева Сауле Мухамедияровна.

## ПЕРЕДОВЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА—2013

**ООО «ДС ЭКСПЛУАТАЦИЯ»**, г. Москва

Генеральный директор – **Бойков Андрей Вячеславович**;

000 «Строительно-эксплуатационное управление «Фундаментстрой-6»,

Директор – *Крамаренко Андрей Николаевич*;

**ООО «Правовые и управленческие решения»**, г. Москва Генеральный директор – **Федоров Александр Николаевич**;

**ООО «УК Гольяново»**, г. Москва

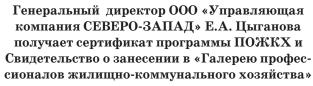
Генеральный директор – **Душаналиева Татьяна Ивановна**;

000 «ПЛАТАН», г. Москва

Генеральный директор – *Яковлева Наталья Анатольевна*;









ООО «УК Универсал» — исполнительный директор С.В. Петращук получает сертификат программы ПОЖКХ

**ООО «УК Универсал»**, г. Москва

Генеральный директор – Семенчикова Надежда Семёновна;

**ООО «МОЙ ДОМ. Управление жилищным фондом»**, г. Москва Генеральный директор – *Омелянчук Сергей Андреевич*;

**ООО «Свет Жилсервис»**, г. Москва

Генеральный директор – Грязнов Юрий Викторович;

**ООО** «Управляющая компания СЕВЕРО-ЗАПАД», г. Москва Генеральный директор — *Цыганова Елена Анатольевна*;

ЖСК «Геолог-геодезист», г. Москва Председатель — Скульская Людмила Владимировна;

000 «Лифт», г. Магнитогорск

Директор – *Плотников Сергей Александрович*.



# СПЕЦИАЛИСТЫ, ЗАНЕСЕННЫЕ В «ГАЛЕРЕЮ ПРОФЕССИОНАЛОВ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА—2013»

ООО «Лифт», г. Магнитогорск, Плотников Сергей Александрович — директор;

ЖСК «Геолог-геодезист», г. Москва, Скульская Людмила Владимировна — председатель;

ООО УК «Жилстрой –ЖКУ», Ростовская область, г. Волгодонск, Кондратюк Александр Никифорович – директор;

ТСЖ «Советская 24», г. Кострома, Пинчуков Андрей Петрович – председатель ТСЖ;

**ООО «Управляющая компания СЕВЕРО-ЗАПАД»**, г. Москва, *Цыганова Елена Анатольевна* — генеральный директор;

Некоммерческое партнерство саморегулируемая организация «Межрегиональная гильдия управляющих компаний в жилищно-коммунальном хозяйстве», г. Москва,

Семёнов Валерий Геннадьевич – председатель правления.



Свидетельство о занесении в «Галерею профессионалов жилищно-коммунального хозяйства»



# ЛАУРЕАТЫ ПРЕМИИ «РОССИЙСКИЙ ОЛИМП—2013». ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЁР

**Чернышев Владимир Владимирович**, главный редактор российского делового журнала «**Точка опоры**», г. Москва

в номинации «*Информационный партнер*» — за эффективную работу российского делового журнала «Точка опоры», активное освещение достижений отечественных производителей, деятельное содействие в продвижении инновационных технологий, материалов и продуктов различных отраслей промышленности РФ;

*Чупахина Оксана Валериевна*, руководитель выставочного отдела российского делового журнала «Точка опоры», г. Москва

в номинации «*Информационный партнер*» — за лучшее освещение деятельности и достижений отечественных специалистов в области строительства, архитектуры и дизайна, а также смежных отраслях, профессионализм и активное участие в мероприятиях, проводимых под эгидой программы «Российский Олимп»;



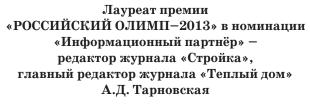
Лауреат премии
«РОССИЙСКИЙ ОЛИМП-2013» в номинации
«Информационный партнер» —
главный редактор российского делового
журнала «ТОЧКА ОПОРЫ» В.В. Чернышев



Лауреат премии
«РОССИЙСКИЙ ОЛИМП—2013» в номинации
«Информационный партнер»—
заместитель главного редактора
журнала «Дайджест-Финансы»
(ИД «ФИНАНСЫ и КРЕДИТ») Е.И. Попова









Лауреат премии
«РОССИЙСКИЙ ОЛИМП-2013» в номинации
«Информационный партнер» —
за весомый вклад в развитие журналистики
в области строительства — пресс-секретарь
ООО «КОРПОРАЦИЯ ИНЖТРАНССТРОЙ»
А.А. Гусев

### Журнал «Строительная Орбита»

в номинации «Информационный партнёр» — за активную работу по освещению и внедрению передового опыта в строительстве и в честь 10-летнего юбилея;

**Высоцкая Зарема Олеговна**, выпускающий редактор журнала «Строительная Орбита»,

в номинации «*Информационный партнёр*» — за журналистский вклад в развитие строительного комплекса России;

*Горохова Вера Алексеевна*, генеральный директор издательского дома «Финансы и кредит», г. Москва,

в номинации «Информационный партнер» — за большой вклад в освещение достижений современной науки;

Попова Елена Ивановна, заместитель главного редактора журнала «Дайджест-Финансы» (ИД «Финансы и кредит», г. Москва),

в номинации «Информационный партнер» — за лучшее научно-информационное сопровождение программ «Российский Олимп»;



*Букин Алексей Станиславович*, главный редактор журнала «Проектные и изыскательские работы в строительстве» Издательского дома «Панорама», г. Москва,

в номинации «*Информационный партнер*» — за большой личный вклад в развитие строительной журналистики;

## *Гусев Анатолий Андреевич*, пресс-секретарь ООО «КОРПОРА-ЦИЯ ИНЖТРАНССТРОЙ», г. Москва,

в номинации «*Информационный партнер*» — за весомый вклад в развитие журналистики в области строительства;

Полянский Александр Александрович, главный редактор журнала «БОСС. Бизнес: Организация, Стратегия, Системы», г. Москва,

в номинации «Информационный партнер» — за освещение развития российской строительной индустрии;

*Кочергин Сергей Михайлович*, главный редактор журнала «Стройка»,

в номинации «*Информационный партнёр*» — за вклад в освещение деятельности строительных компаний и активную информационную поддержку программ «Российский Олимп»;



Группа сотрудников ООО «Строительно-эксплуатационное управление «Фундаментстрой-6» с сертификатом программы «Передовые организации жилищно-коммунального хозяйства—2013»



Санталов Алексей Михайлович, редактор журнала «Технологии строительства»,

в номинации «*Информационный партнёр*» — за освещение развития российской строительной индустрии и архитектурно-строительного комплекса;

*Тарновская Анна Дмитриевна*, редактор журнала «Стройка», главный редактор журнала «Теплый дом»,

в номинации «*Информационный партнёр*» — за вклад в освещение деятельности строительных компаний и активную информационную поддержку программ «Российский Олимп»;

Попова Екатерина Анатольевна, руководитель PR-отдела Информационного агентства «МФД-ИнфоЦентр»,

в номинации «*Информационный партнёр*» — за вклад в продвижение проекта «Российский строительный Олимп»;

*Турченко Жанна Игоревна*, менеджер PR- отдела Информационного агентства «МФД-ИнфоЦентр»,

в номинации «Информационный партнёр» — за вклад в продвижение проекта «Российский строительный Олимп».

Более подробную информацию о программе «Российский Олимп» можно найти на интернет-ресурсах:

www.olimpstars.ru, www.golden-phoenix.ru, www.energyolimp.ru, www.stroyolimp.ru.







Интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве» — лауреат премии «РОССИЙСКИЙ ОЛИМП ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ—2013»

Интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве» признан лауреатом премии «РОССИЙСКИЙ ОЛИМП ВЫСОКИХ ТЕХНОЛО-ГИЙ-2013» в номинации «За продвижение на российский рынок новых наукоёмких технологий (прежде всего — нанотехнологий в строительстве и ЖКХ), имеющих важное значение для страны». Большое спасибо организаторам за столь высокую оценку!

Значительных успехов в становлении и развитии электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» удалось достичь благодаря помощи членов редсовета и редколлегии, руководителей и специалистов организаций-партнёров, высокому качеству авторских материалов, активной добросовестной работе сотрудников редакции. Когда мы видим, что наши общие усилия находят реальное воплощение, это становится самой большой наградой за проделанную работу.

Редакция, редакционная коллегия и редакционный совет благодарят всех, кто принимает участие в работе электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал», и надеются на дальнейшее сотрудничество.



# THE LAUREATES OF THE AWARDS «GOLDEN PHENIX-2013» AND «RUSSIAN OLYMPUS-2013»





# ПЯТЕНТЫ НЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

УДК 69

**ВЛАСОВ Владимир Алексеевич**, канд. техн. наук, эксперт, Международная инженерная академия; 125009, Российская Федерация, г. Москва, Газетный пер., д. 9, стр. 4, e-mail: info@nanobuild.ru

# ИЗОБРЕТЕНИЯ В ОБЛАСТИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ ОБЕСПЕЧИВАЮТ ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТИ И РЕСУРСА КОНСТРУКЦИЙ ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ, КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ И МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Изобретение «Способ диспергирования наночастиц в эпоксидной смоле (RU 2500706)» относится к области нанотехнологии и является применимым в различных отраслях машиностроения, транспорта, строительства, энергетики для повышения прочности и ресурса конструкций из металлических, композиционных полимерных и металлополимерных материалов, для клеевых и клеемеханических соединений различных элементов конструкций, а также композиций, упрочняющих зоны концентрации напряжений (в виде отверстий, вырезов, галтелей, перепадов толщин) в конструкциях, для залечивания дефектов, микротрещин и других повреждений, возникающих при изготовлении и в процессе эксплуатации конструкций, для устранения и герметизации зазоров в отверстиях и стыках болтовых и заклепочных соединений.

Изобретение «Способ приготовления наносуспензии для изготовления полимерного нанокомпозита (RU 2500695)» относится к области изготовления полимерных нанокомпозитов на реактопластичном связующем для космических, авиационных, строительных и других конструкций (стеклопластиков, углепластиков, органопластиков и др.). Способ включает приготовление наносуспензии путем введения в реак-



топластичное связующее углеродных нанотрубок при ультразвуковом воздействии с интенсивностью в кавитационной зоне в пределах от 15 до 25 кВт/м². Способ позволяет оптимизировать степень диспергирования углеродных нанотрубок в связующем и сократить время изготовления нанокомпозитов, обладающих повышенной прочностью за счет равномерного распределения наночастиц в нанокомпозите.

**Ключевые слова:** нанотехнологии, наночастицы, наносуспензия, наноэпоксидная дисперсия, нанотрубки, нанокомпозиты, наномодифицированное клеевое соединение.

# СПОСОБ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ НАНОЧАСТИЦ В ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЕ (RU 2500706)

Изобретение относится к области нанотехнологии и может применяться в отраслях машиностроения, транспорта, строительства, энергетики для повышения прочности и ресурса конструкций из металлических, композиционных полимерных и металлополимерных материалов. Способ диспергирования заключается в воздействии на смесь наночастиц с жидкой смолой несколькими короткими импульсами ультразвуковых колебаний общей длительностью, не превышающей 100 секунд. После воздействия каждого импульса смесь охлаждают до комнатной температуры, либо воздействуют на смесь одним импульсом с измерением температуры. Смесь охлаждают в процессе воздействия импульса так, чтобы температура смеси не превышала температуру смеси, при которой воздействие ультразвуковых колебаний приводит к уменьшению прочности при сдвиге клеевого соединения на основе клея, изготовленного с применением полученной при диспергировании наноэпоксидной дисперсии. Изобретение позволяет обеспечить повышение прочности клеевых соединений и стабильность этих свойств с течением времени, повысить прочность элементов конструкции [1].

Наиболее эффективным, с точки зрения значительного повышения прочности и ресурса конструкций при малых материальных и денежных затратах, является использование наномодифицированных эпоксидных клеевых композиций в указанных выше применениях.



Известен способ диспергирования упрочнителя в синтетической смоле, в котором частицы упрочнителя и смолу помещают в сосуд и перемешивают их с помощью установленного в сосуде лопастно-шнекового механизма (Патент США № 4049244, 20 сентября 1977 г., класс 259/185). Недостатком известного способа в случае его применения для диспергирования наночастиц в смеси со смолой является неравномерность распределения наночастиц в смоле, которая может быть связана с недостаточно интенсивным механическим перемешиванием наночастиц со смолой, а также с наличием зазоров между рабочими поверхностями лопастно-шнекового механизма и поверхностями стенки сосуда, размеры которых значительно превышают размеры наночастиц.

Известен способ диспергирования наночастиц в смоле (Заявка РФ 2005105685, МПК С09J/00, дата опубл. заявки 10.12.2005) с использованием механических или ультразвуковых колебаний, при котором жидкую смесь нагревают перед диспергированием или во время диспергирования и охлаждают после диспергирования.

Недостатками данного способа являются:

- отсутствие охлаждения жидкой смеси наночастиц со смолой во время диспергирования, вследствие чего нагрев смеси во время диспергирования может приводить к изменению структуры молекул смолы, что приводит к уменьшению прочности наномодифицированного клеевого соединения;
- отсутствие контроля адгезионной составляющей прочности клеевого соединения путем испытаний на прочность при сдвиге образца клеевого соединения, изготовленного с применением полученной при диспергировании наноэпоксидной дисперсии.

Известен способ диспергирования наночастиц в эпоксидной смоле [2], при котором наночастицы предварительно диспергируют в растворителе с применением ультразвуковых колебаний, полученную дисперсию смешивают со смолой, а затем из полученной смеси испаряют растворитель. Данный способ позволяет получить при диспергировании равномерное распределение наночастиц в смоле. Однако у него имеются недостатки:

• трудно обеспечить полное удаление растворителя из смеси его со смолой и наночастицами, некоторое его количество остается и способствует образованию пористого клеевого шва, что уменьшает прочность и герметичность наномодифицированого клеевого соединения;



- операция предварительного диспергирования наночастиц в растворителе и операция удаления растворителя усложняют и удорожают способ;
- отсутствует контроль адгезионной составляющей прочности клеевого соединения путем испытаний на прочность при сдвиге образца, изготовленного с применением полученной при диспергировании наноэпоксидной дисперсии.

Известен способ диспергирования наночастиц в эпоксидной смоле, в котором наночастицы предварительно смешивают с этанолом, подвергают смесь в течение 2 часов ультразвуковым колебаниям, смесь смешивают со смолой и отвердителем, а затем удаляют этанол из смеси вакуумированием [3]. Вышеописанный способ позволяет получить при диспергировании равномерное распределение наночастиц в смоле. Однако у него имеются недостатки:

- операция предварительного диспергирования наночастиц в этаноле и операция удаления этанола вакуумированием усложняют и удорожают способ;
- отсутствует контроль адгезионной составляющей путем испытаний на прочность при сдвиге образца клеевого соединения, изготовленного с применением полученной при диспергировании наноэпоксидной дисперсии.

Известен способ диспергирования наночастиц в эпоксидной смоле, в котором наночастицы предварительно смешивают с ацетоном, подвергают смесь в течение 20–40 минут воздействию ультразвуковых колебаний, смешивают смесь с отвердителем и поверхностно активным веществом, подвергают смесь в течение 20–40 минут воздействию ультразвуковых колебаний, удаляют ацетон вакуумированием и смешивают со смолой для завершения процесса отверждения [4]. Известный способ позволяет получить при диспергировании равномерное распределение наночастиц в смоле. Однако у него имеются недостатки:

- операция предварительного диспергирования наночастиц в ацетоне, операция удаления ацетона вакуумированием, а так же применение двух операций, связанных с ультразвуковыми колебаниями длительностью по 20–40 минут, усложняют и удорожают способ;
- отсутствует контроль адгезионной составляющей прочности клеевого соединения путем испытаний на прочность при сдвиге образца



клеевого соединения, изготовленного с применением полученной при диспергировании наноэпоксидной дисперсии.

Наиболее близким техническим решением к предлагаемому изобретению является способ диспергирования наночастиц в жидкой эпоксидной смоле, в котором наночастицы в виде углеродных нанотрубок смешивают с эпоксидной смолой и подвергают смесь ультразвуковым колебаниям в течение 5 часов [5]. Этот способ позволяет получить при диспергировании равномерное распределение наночастиц в смоле. Однако у него имеются недостатки:

- большая продолжительность процесса диспергирования и отсутствие контроля температуры диспергируемой смеси. Согласно проведенным экспериментам и наноизмерениям [2], при большой длительности диспергирования может значительно (более чем в 1000 раз) уменьшаться длина нанотрубок, что должно уменьшать и когезионную, и адгезионную составляющие прочности клеевого соединения, изготовленного с применением полученной при диспергировании наноэпоксидной дисперсии. Адгезионная и когезионная составляющие прочности будут уменьшаться вследствие того, что наличие укороченных нанотрубок на молекулярном уровне снижает деформационную составляющую клеевой композиции, а также прочность сцепления на границе склеиваемых поверхностей с клеевой композицией, содержащей наноэпоксидную дисперсию с укороченными нанотрубками;
- отсутствует контроль адгезионной составляющей прочности клеевого соединения путем испытаний на прочность при сдвиге образца, изготовленного с применением полученной при диспергировании наноэпоксидной дисперсии.

Задачей предлагаемого изобретения является создание клеевых и клеемеханических соединений различных элементов конструкций повышенной прочности.

Техническим результатом является повышение прочности клеевых соединений, выполненных с применением наномодифицированных композиций на основе жидких смол и повышение прочности элементов конструкции с упрочненными наномодифицированными клеевыми композициями зонами концентрации напряжений, а также обеспечение стабильности повышенных прочностных свойств с течением времени.



Технический результат достигается тем, что в предлагаемом способе диспергирования воздействуют на смесь наночастиц с жидкой смолой несколькими короткими импульсами ультразвуковых колебаний общей длительностью, не превышающей 100 секунд, или воздействуют на смесь одним импульсом такой же длительности с измерением температуры и охлаждением смеси в процессе воздействия, а после окончания диспергирования производят контроль его качества.

Технический результат достигается тем, что при воздействии на смесь нескольких коротких импульсов ультразвуковых колебаний после воздействия каждого импульса охлаждают смесь до комнатной температуры, а после воздействия на смесь одним импульсом длительностью, не превышающей 100 секунд, охлаждают смесь в процессе воздействия импульса так, чтобы температура смеси не превышала температуру смеси, при которой воздействие ультразвуковых колебаний приводит к уменьшению прочности при сдвиге клеевого соединения на основе клея, изготовленного с применением полученной при диспергировании наноэпоксидной дисперсии.

Технический результат достигается также тем, что для контроля качества диспергирования наночастиц в смеси со смолой испытывают на прочность при сдвиге контрольный образец клеевого соединения на основе клея, изготовленного с применением полученной при диспергировании наноэпоксидной дисперсии, и сравнивают полученное значение прочности с полученной на стадии отработки предложенного способа диспергирования максимальной прочностью при сдвиге образца клеевого соединения, изготовленного на основе клея с применением полученной на указанной стадии наноэпоксидной дисперсии.

Достижение значительного повышения прочности и ресурса клеевых соединений и других элементов конструкций с концентраторами напряжений возможно лишь при высококачественном диспергировании наночастиц в смеси с жидкой смолой, например, эпоксидной, которое определяется равномерным распределением наночастиц в смоле, минимальным их повреждением и минимальным повреждением структуры молекул смолы. Трудности обеспечения равномерности распределения наночастиц в смоле связаны со склонностью наночастиц к взаимному притяжению, приводящему к их слипанию и агрегированию. Поэтому способы и режимы диспергирования, а также методы контроля качества диспергирования наночастиц в смоле имеют решающее значение



для эффективного применения наномодифицированных эпоксидных клеевых композиций.

Одним из способов контроля качества, наиболее полно отражающих качество диспергирования, является испытание на прочность при сдвиге образца клеевого соединения на основе клея, изготовленного с применением полученной при диспергировании наноэпоксидной дисперсии. В этих испытаниях автоматически, в отличие от аналогов и прототипа, контролируется две составляющие прочности клеевого слоя — когезионная составляющая (отражающая прочность наномодифицированного клеевого слоя) и адгезионная составляющая (отражающая прочность сцепления наномодифицированного клеевого слоя с поверхностями склеиваемых элементов конструкции). В связи с этим контроль качества диспергирования наночастиц в смеси их со смолой только по когезионной прочности материала, изготовленного с применением полученной при диспергировании наноэпоксидной дисперсии, является недостаточным.

Для осуществления предлагаемого способа воздействуют на смесь несколькими короткими импульсами ультразвуковых колебаний общей длительностью, не превышающей 100 секунд, или воздействуют на смесь одним импульсом такой же длительности с измерением температуры в процессе воздействия и с охлаждением смеси, а после окончания диспергирования производят контроль его качества путем определения прочности клеевых соединений.

В процессе воздействия каждого короткого импульса ультразвуковых колебаний охлаждают смесь до комнатной температуры, а после воздействия на смесь одним импульсом длительностью, не превышающей 100 секунд, охлаждают смесь в процессе воздействия импульса таким образом, чтобы ее температура не превышала температуру смеси, при которой воздействие ультразвуковых колебаний приводит к уменьшению прочности при сдвиге клеевого соединения на основе клея, изготовленного с применением полученной при диспергировании наноэпоксидной дисперсии.

Для контроля качества диспергирования наночастиц в смеси их со смолой испытывают на прочность при сдвиге контрольный образец клеевого соединения на основе клея, изготовленного с применением полученной при диспергировании наноэпоксидной дисперсии, и сравнивают полученное значение прочности с полученной на стадии отработки предложенного способа диспергирования максимальной прочностью при сдви-



ге образца клеевого соединения, изготовленного на основе клея с применением полученной на указанной стадии наноэпоксидной дисперсии.

При отработке предлагаемого способа диспергирования производят диспергирование наночастиц, например, углеродного наноматериала «Таунит» в эпоксидной смоле, например, ЭД-20 с применением нескольких коротких импульсов ультразвуковых колебаний общей длительностью, не превышающей 100 секунд, охлаждают смесь после воздействия каждого импульса ультразвуковых колебаний до комнатной температуры, изготавливают образцы клеевых соединений на основе клея, изготовленного с применением полученной при диспергировании наноэпоксидной дисперсии, и испытывают их на прочность при сдвиге. Форма и размеры образцов и методика испытаний образцов соответствуют ГОСТ 14759.

С применением наноэпоксидной дисперсии, полученной при воздействии при диспергировании на смесь наночастиц со смолой трех импульсов ультразвуковых колебаний общей длительностью до 100 секунд с охлаждением после каждого импульса до комнатной температуры и при воздействии при диспергировании на смесь наночастиц со смолой одного импульса ультразвуковых колебаний длительностью до 100 секунд без охлаждения до комнатной температуры, были изготовлены и испытаны образцы клеевых соединений из сплава Д16АТ, которые показали, что предел прочности при сдвиге образцов клеевого соединения на основе клея, изготовленного с применением полученной при диспергировании наноэпоксидной дисперсии, во втором случае уменьшается ~ на 8%, при увеличении температуры смеси наночастиц со смолой в конце диспергирования – приблизительно в 1,5 раза по сравнению с конечной температурой смеси в конце воздействия кратковременных импульсов первого случая диспергирования. Одной из причин такого уменьшения прочности является возможное начало деструкции эпоксидной смолы, вызванное повышенной температурой при одновременном воздействии на смолу ультразвуковых колебаний. Основываясь на данных проведенных исследований, для того, чтобы температура при изготовлении наноэпоксидной дисперсии не приводила к уменьшению предела прочности при сдвиге образцов клеевого соединения на основе клея, изготовленного с применением полученной при диспергировании наноэпоксидной дисперсии, необходимо охлаждать смесь до комнатной температуры после воздействия каждого из нескольких коротких импульсов ультразвуковых колебаний



с общей длительностью, не превышающей 100 секунд, или же при воздействии одного импульса ультразвуковых колебаний длительностью не более 100 секунд осуществлять охлаждение с измерением температуры в процессе воздействия импульса и при этом производить охлаждение смеси так, чтобы ее температура была не выше 95°С в зависимости от вида смолы и объема приготавливаемой смеси.

Первый вариант охлаждения смеси при диспергировании использован при доведении предложенного способа до практической реализации.

С применением наноэпоксидной дисперсии, полученной при воздействии при диспергировании на смесь наночастиц со смолой нескольких коротких импульсов ультразвуковых колебаний общей длительностью до 100 секунд с охлаждением после каждого импульса до комнатной температуры были изготовлены и испытаны образцы клеевых соединений из сплава Д16AT и из стеклопластика с титановым сплавом BT-6, которые показали (см. рис.1) существенное (до 26%) повышение минимального значения предела прочности при сдвиге наномодифицированного клеевого соединения по сравнению с пределом прочности при сдвиге исходного клеевого соединения.

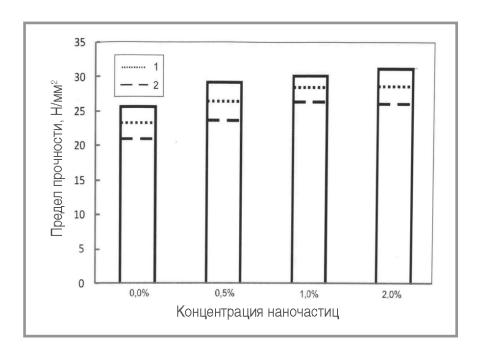


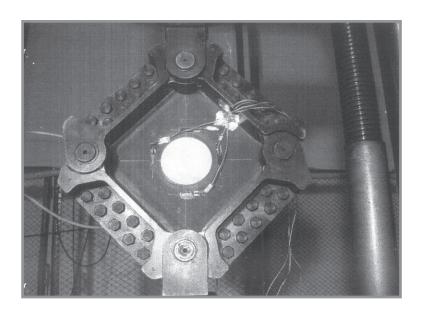
Рис. 1. Влияние концентрации наночастиц в клее на предел прочности
 при сдвиге клеевого соединения: 1 – среднее значение предела прочности;
 2 – минимальное значение предела прочности



При концентрации наночастиц в клее, изменяющейся в диапазоне от 0 до 2%, коэффициент вариации предела прочности изменяется в пределах от 7,5 до 5,0. Повышение прочности клеевого соединения за счет наноэпоксидной дисперсии происходит без уменьшения предельных деформаций клеевого слоя, т.е. охрупчивания клеевого слоя в проведенных экспериментах не наблюдалось.

Для контроля стабильности повышения прочности клеевых соединений за счет применения получаемой при диспергировании наноэпоксидной дисперсии были испытаны контрольные образцы клеевых соединений из алюминиевого сплава Д16АТ и контрольные образцы клеевых соединений из стеклопластика с титановым сплавом ВТ-6, изготовленные на основе клея с применением наноэпоксидной дисперсии, полученной с перерывом в 1,5 года после получения при отработке предложенного способа данных, приведенных на рис. 1. Результаты испытаний показали, что значения прочности при сдвиге контрольных образцов на 2-5% выше полученных ранее значений прочности.

С использованием клея, изготовленного с применением полученной при диспергировании наноэпоксидной дисперсии, было выполнено упрочнение поверхности и кромок отверстия диаметром 80 мм в образце из углепластика, моделирующего фрагмент стенки нервюры крыла



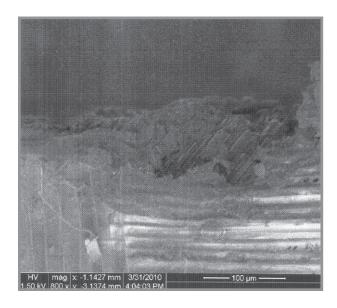
Puc. 2. Образец из углепластика, моделирующий фрагмент стенки нервюры крыла самолета при испытаниях на потерю устойчивости при сдвиге



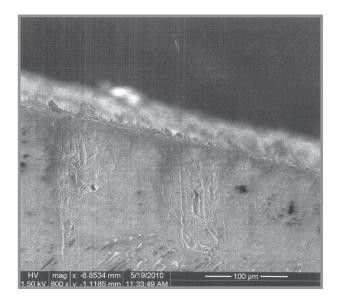
самолета и были проведены испытания образца на потерю устойчивости при сдвиге (рис. 2). Дефекты на поверхности и кромках отверстия в образце после механической обработки, вид кромки отверстия, упрочненной наноклеевой композицией, и характер разрушения панелей показаны на рис. 3–6.

Нагружение образца при испытаниях вызывает потерю устойчивости и расслоение углепластика в сжатой зоне (рис. 5), сопровождающиеся разрушением образца на кромках отверстия в зоне максимальной концентрации растягивающих напряжений. Упрочнение поверхности отверстия и заполнение содержащей наноэпоксидную дисперсию наноклеевой композицией микротрещин и микродефектов на кромках отверстия образца (рис. 6) сдвигает зону начала расслоения и разрушения от кромок отверстия и повышает значение нагрузки начала потери устойчивости образца на 32%.

Таким образом, предложенным способом диспергирования наночастиц в эпоксидной смоле обеспечивается повышение прочности клеевых соединений, выполненных с применением наномодифицированных композиций на основе эпоксидных смол, повышается прочность элементов конструкции за счет упрочнения наномодифицированными клеевыми композициями зон концентрации напряжений, а также обе-



Puc. 3. Дефекты на поверхности и кромках отверстия образца после механической обработки



Puc. 4. Вид кромки отверстия, упрочненной наноклеевой композицией





Puc. 5. Исходный образец после испытаний на сдвиг



Puc. 6. Образец с упрочненным наноклеевой композицией отверстием после испытаний на сдвиг

спечивается стабильность повышенных прочностных свойств с течением времени.

- 1. Способ диспергирования наночастиц в эпоксидной смоле, заключающийся в воздействии на смесь наночастиц с жидкой смолой ультразвуковых колебаний, отличающийся тем, что воздействуют на смесь несколькими короткими импульсами ультразвуковых колебаний общей длительностью, не превышающей 100 с, или воздействуют на смесь одним импульсом такой же длительности с измерением температуры в процессе воздействия и с охлаждением смеси, а после окончания диспергирования производят контроль его качества путем определения прочности клеевых соединений.
- 2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что охлаждают смесь до комнатной температуры после воздействия каждого короткого импульса ультразвуковых колебаний, а после воздействия на смесь одним импульсом длительностью, не превышающей 100 с, охлаждают смесь в процессе воздействия импульса таким образом, чтобы ее температура не превышала температуру смеси, при которой воздействие ультразвуковых колебаний приводит к уменьшению прочности при сдвиге клеевого соединения на основе клея, изготовленного с применением полученной при диспергировании наноэпоксидной дисперсии.
- 3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что для контроля качества диспергирования наночастиц в смеси их со смолой испытывают на проч-



ность при сдвиге контрольный образец клеевого соединения на основе клея, изготовленного с применением полученной при диспергировании наноэпоксидной дисперсии, и сравнивают полученное значение прочности с полученной на стадии отработки предложенного способа диспергирования максимальной прочностью при сдвиге образца клеевого соединения, изготовленного на основе клея с применением полученной на указанной стадии наноэпоксидной дисперсии.

#### Авторы патента:

Титов Сергей Анатольевич (RU); Ткачев Алексей Григорьевич (RU); Слепов Севастьян Карпович (RU); Аниховская Любовь Ивановна (RU); Мележик Александр Васильевич (RU); Доценко Александр Михайлович (RU); Вермель Владимир Дмитриевич (RU); Кладова Людмила Сергеевна (RU).

#### Владельцы патента:

Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского» (ФГУП «ЦАГИ») (RU).



## СПОСОБ ПРИГОТОВЛЕНИЯ НАНОСУСПЕНЗИИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОЛИМЕРНОГО НАНОКОМПОЗИТА (RU 2500695)

Изобретение относится к области изготовления полимерных нанокомпозитов, которые могут быть использованы в качестве конструкционных материалов в космической, авиационной, строительной и других отраслях промышленности. Способ включает приготовление наносуспензии путем введения в реактопластичное связующее углеродных нанотрубок при ультразвуковом воздействии с интенсивностью в кавитационной зоне в пределах от 15 до 25 кВт/м2. Причем диспергирование углеродных нанотрубок в связующем осуществляют с одновременной фоторегистрацией изменений интенсивности окраски наносуспензии. При достижении наносуспензией значений интенсивности окрашивания, соответствующих значениям нормированной степени диспергирования в диапазоне от 0,9 до 0,99, ультразвуковое воздействие прекращают. Способ позволяет оптимизировать степень диспергирования углеродных нанотрубок в связующем и сократить время изготовления нанокомпозитов, обладающих повышенной прочностью за счет равномерного распределения наночастиц в нанокомпозите [1].

Введение в состав полимерного, например, полиэфирного, связующего нанокомпозита углеродных нанотрубок (УНТ), что образует таким образом наносуспензию для изготовлении нанокомпозита, существенно повышает прочностные свойства изделий. Причем оптимальная концентрация и равномерное распределение УНТ в связующем играют определяющую роль.

Известны способы приготовления наносуспензии при изготовлении нанокомпозита. Например, для равномерного распределения заранее определенного количества УНТ по объему связующего применяют специальные мешалки с лопастями и камерами прессования с применением также ионизации наночастиц (патент РФ №2301771, МПК В82В 3/00, опубликовано: 27.06.2007).

Наиболее близким техническим решением является способ изготовления композита «полимер/углеродные нанотрубки» (патент РФ  $\mathbb{N}^2$ 2400462, МПК С07С 1/00, В82В 1/00, опубликовано: 27.09.2010), в котором для равномерного распределения наночастиц применяют



ультразвуковое (УЗ) воздействие на смесь. Ультразвуковое воздействие обеспечивает разрушение агломератов из УНТ и равномерное распределение агломератов все меньшей степени (размера) по объему наносуспензии, однако определение времени диспергирования УНТ в данном способе не предусмотрено. Недостаточное время обработки не обеспечивает равномерности распределения наночастиц, а при чрезмерно продолжительном процессе диспергирования может начаться процесс разрушения наиболее длинных УНТ, что приведет к уменьшению прочности изготавливаемого композита.

Задачей изобретения является определение минимально необходимого времени диспергирования УНТ в связующем с целью достижения практически полного диспергирования УНТ.

Поставленная задача решается за счет того, что в способе приготовления наносуспензии для изготовления полимерного нанокомпозита путем диспергирования углеродных нанотрубок в реактопластичное связующее в процессе ультразвукового воздействия процесс диспергирования углеродных нанотрубок в связующем осуществляют с одновременной фоторегистрацией изменений интенсивности окраски наносуспензии, причем при достижении наносуспензией значений интенсивности окрашивания, соответствующих значениям нормированной степени диспергирования в диапазоне от 0,9 до 0,99, ультразвуковое воздействие прекращают, при этом нормированную степень диспергирования для заданной концентрации определяют предварительно, а ультразвуковое воздействие образующейся наносуспензии ведут с интенсивностью в кавитационной зоне в пределах от 15 до 25 кВт/м².

Установлено, что степень диспергирования наночастиц УНТ при заданной концентрации УНТ соответствует интенсивности окраски наносуспензиии, изменяющейся по мере проведения процесса диспергирования при УЗ воздействии. Наилучшие прочностные свойства композит получает в том случае, когда разрушены все агломераты и УНТ равномерно распределены по объему связующего. В этом случае интенсивность окраски наносуспензии принимает максимальное установившееся значение для конкретного соотношения УНТ и связующего и при дальнейшем воздействии ультразвука не меняется. Определим, что в этом случае наносуспензия имеет нормированную степень диспергирования (НСД), равную 1 (единице). Введение параметра НСД (пропорциональной интенсивности окраски наносуспензии) позволяет оце-



нивать и сравнивать степень диспергирования наносуспензии с самыми разными концентрациями УНТ, поскольку конкретные значения интенсивностей окраски будут различаться, и порой весьма существенно. Сразу после введении УНТ в связующее степень диспергирования равна нулю, поскольку вводятся УНТ в виде агломерата, и при смешивании со связующим в условиях УЗ воздействия НСД изменяется от нуля до определенного значения.

По мере деагломерирования и равномерного распределения частиц в связующем происходит изменение интенсивности окраски наносуспензии от прозрачного состояния через постепенное помутнение до достижения интенсивностью окрашивания установившегося значения. Установившийся уровень интенсивности достигается при определенном времени обработки, при превышении которого уже либо не происходит разрушения остающихся агломератов, либо все наночастицы УНТ распределены равномерно (агломераты в наносуспензии в этом случае отсутствуют). Продолжение процесса УЗ воздействия сверх этого значения бесполезно с точки зрения достижения лучшего диспергирования и вредно с точки зрения сохранности УНТ, которые при длительном УЗ воздействии могут нарушать свою целостность.

Указанный способ реализуют следующим образом. После предварительно полученной оптимальной концентрации УНТ в связующем, в качестве которого выбрана полиэфирная смола, необходимое количество УНТ вводят в жидкотекучее реактопластичное связующее нанокомпозита. После предварительного ручного (или механического) перемешивания УНТ со связующим в смесь вводят УЗ излучатель, подают напряжение на УЗ генератор. УЗ обработка образующейся наносуспензии происходит с интенсивностью в кавитационной зоне в пределах не менее 15...20 квт/м².

При этом ведут фотосъемку (или видеосъемку) направленной камерой через прозрачную стенку сосуда, в котором проводят процесс смешивания УНТ. Обработку изображений по интенсивности окраски и вычисление значений НСД ведут с помощью компьютерной программы «Image Analysis – Media Cybernetics – Image Pro Plus 6.0». Кадры фоторегистрации выбирают с периодичностью 1...4 секунды для того, чтобы полученные значения НСД позволяли построить кривую их изменения достаточно адекватно, учитывая, что время диспергирования наносуспензии, как показывает практика, составляет примерно от



10 сек до нескольких минут в зависимости от вязкости жидкой фазы. Дальнейшая обработка приводит к крайне незначительному увеличению НСД, что практически не влияет на прочность изготавливаемого нанокомпозита (см. рис. 7).

По мере диспергирования УНТ интенсивность окраски (цвет — серо-черный) наносуспензии возрастает, стремясь к определенному установившемуся значению, соответствующему полному диспергированию нанотрубок в связующем. Это состояние характеризуется полным отсутствием агломератов и на графике зависимости НСД наночастиц от времени обработки соответствует HCД = 1.

Все промежуточные значения НСД лежат в пределах от 0 до 1. Графики строят для параметра НСД, поскольку конкретные значения интенсивности окрашивания для каждой наносуспензии будут индивидуальны, и анализировать график таких индивидуальных интенсивностей будет значительно сложнее.

На рис. 7 показан график изменения НСД реального процесса диспергирования, причем линия 1 соответствует экспериментальным данным, полученным на основе фоторегистрации, а линия 2 — сглаженная аппроксимация экспериментальной кривой. Исходя из вышеизложенного, для данного примера необходимое время УЗ обработки, при котором значение НСД наночастиц достигает значения, близкого к единице, соответствует 12...14 сек, а время начала массового деагломерирования УНТ составляет 6,4 сек. Отсюда следует вывод, что можно достаточно

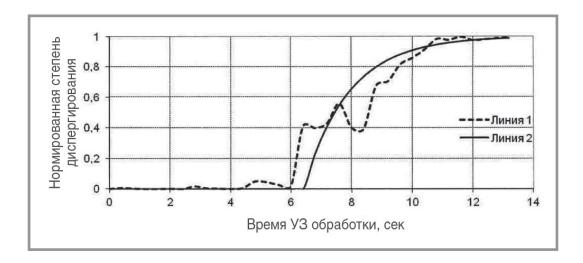


Рис. 7. Пример графической зависимости НСД УНТ от времени обработки



точно задать время УЗ-обработки, соответствующее достижению интенсивности заранее заданного значения. Для производственных целей определены пределы таких значений в интервале 0,9...0,99. Учитывая большое разнообразие свойств УНТ и связующих, время диспергирования может различаться для разных сочетаний многократно. Поэтому определение времени диспергирования с использованием заявляемого способа позволит существенно сократить время разработки технологических процессов изготовления нанокомпозитов.

Для подтверждения зависимости прочностных характеристик от концентрации УНТ и НСД проведены эксперименты. Использовались многослойные углеродные нанотрубки (МУНТ), обладающие следующими индивидуальными характеристиками: внешний диаметр 15,0 $\div$ 40,0 нм, длина ≥2 мкм, количество слоев 5 $\div$ 8, удельная площадь поверхности 200÷250 м<sup>2</sup>/г. Перед введением в связующее УНТ подвергали термической обработке в сушильном шкафу при температуре ~200°C в течение 5 минут. Взвешивание каждой вводимой дозы УНТ производили на электронных весах фирмы «KERN-770-60» (ФРГ) (класс точности по ГОСТ 24104-88-1). Первые образцы были получены без введения УНТ. Затем были изготовлены образцы с введением первой дозы УНТ в размере 0,001% и т.д. Затем – добавление очередной дозы УНТ в наносуспензию в количестве ~0,001% (на 1000 г связующего 0,01 г УНТ) и перемешивание в емкости с воздействием ультразвука путем погружения ультразвукового диспергатора ЛУЗД-1,5/21-3,0. Время ультразвуковой обработки определяли по достижению НСД величины 0,95 (для различных концентраций время обработки менялось от 10 до 18 сек). В качестве матрицы была выбрана ненасыщенная изофталиевая неопентильгликолиевая полиэфирная смола B71731AL производства фирмы «Cray Valley». В качестве катализатора отверждения смолы использовался пероксид метилэтилкетона (производитель «Бутанокс»). Катализатор добавлялся в количестве 1% от массы смолы. Смола с катализатором перемешивалась вручную в течение 30÷40 секунд. Приготовленную композицию вакуумировали в вакуумной камере при 700 мм рт.ст.  $(0.92 \text{ кг/см}^2)$  примерно 4 минуты до полного удаления газовых включений, потом заливали в формы и проводили дополнительно вибрационную обработку в форме примерно 10÷15 минут. Размер образцов составил 200х25х5 мм, что соответствует общепринятым правилам изготовления образцов для испытаний.



Отверждение полиэфирной смолы проводили при комнатной температуре. Заготовки прошли термообработку (постотверждение) при 80°C в течение 3 часов. Испытания образцов на изгиб проводили на испытательной машине FP 100/1. По полученным экспериментальным значениям строили график зависимости прочности на изгиб образцов от концентрации УНТ при различных значениях НСД (рис. 9).

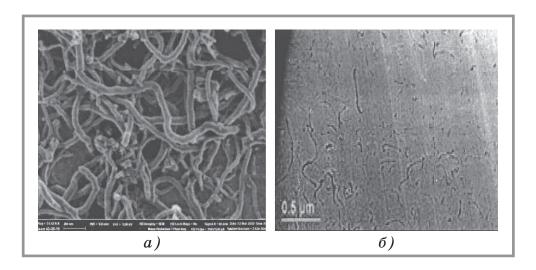
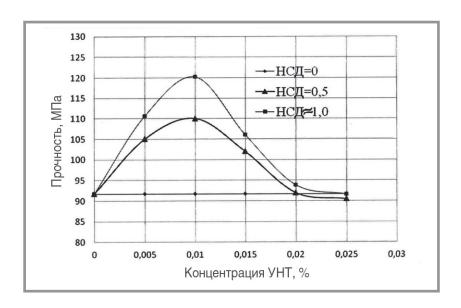


Рис. 8. Пример графической зависимости НСД УНТ от времени обработки



Puc. 9. Зависимость прочности изготовленных образцов из полиэфирной смолы от концентрации УНТ и нормированной степени диспергирования



Необходимо отметить, что данный способ позволяет нивелировать параметры УЗ воздействия, которые могут менять форму графика и смещать его по времени.

Для иллюстрации на рис.8 (а) показаны углеродные нанотрубки в исходном состоянии (агломерированные) (НСД = 0); на рис. 8 (б) — нанотрубки, равномерно распределенные в жидкотекучем связующем, здесь НСД очень близка к единице.

Способ приготовления наносуспензии для изготовления полимерного нанокомпозита путем диспергирования углеродных нанотрубок в реактопластичное связующее в процессе ультразвукового воздействия, отличающийся тем, что процесс диспергирования углеродных нанотрубок в связующем осуществляют с одновременной фоторегистрацией изменений интенсивности окраски наносуспензии, причем при достижении наносуспензией значений интенсивности окрашивания, соответствующих значениям нормированной степени диспергирования, в диапазоне от 0,9 до 0,99 ультразвуковое воздействие прекращают, при этом нормированную степень диспергирования для заданной концентрации определяют предварительно, а ультразвуковое воздействие образующейся наносуспензии ведут с интенсивностью в кавитационной зоне от 15 до 25 кВт/м².

#### Авторы патента:

Бородулин Алексей Сергеевич (RU); Чуднов Илья Владимирович (RU); Тарасов Владимир Алексеевич (RU); Степанищев Николай Алексеевич (RU); Нелюб Владимир Александрович (RU); Алямовский Андрей Иванович (RU); Степанищев Алексей Николаевич (RU); Назаров Николай Григорьевич (RU); Копыл Николай Иванович (RU); Буянов Иван Андреевич (RU).

#### Владельцы патента:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (МГТУ им. Н.Э. Баумана) (RU).



#### Библиографический список:

- 1. Патенты и изобретения, зарегистрированные в РФ и СССР [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.findpatent.ru/patent/249/2494961.html (дата обращения: 15.01.2014).
- 2. Paков Э.Г. Нанотрубки и фуллерены. М., Университетская книга, Логос, 2006. С. 140–167, 297–298.
- 3. *Smrutisikha Bal et al.* Dispersion an reinforcing mechanism of carbon nanotubes in epoxy nanocomposite. Bull. Mater. Sci. Indian Academy of Science, vol. 33, № 1, 2010, p.27–31. http://www.ias.ac.in/matersci/bmteb2010/27.pdf.
- 4. Caio Erico Pizzutt et al. Study of epoxy. CNT nanocomposite prepared via dispersion in the hardener. Mater. Res., vol. 14, № 2, Cao Carlo 2011, Epub. June 03, 2011. http://www.sciclo.br/sciclo.php.pid=sl 516-14392011000200019&script=s ci arttext.
- 5. Fawad Inam et al. Multiscale hybrid micro-nanocomposite based on carbon nanotubes and fibres. Journal Nanomaterials, vol. 2010 (2010), article ID 453420 doi. 10.1155/2010/453420. http://www.hindawi.com/Journals/jnm 2010/453420.

#### Уважаемые коллеги!

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

Власов В.А. Изобретения в области нанотехнологий обеспечивают повышение прочности и ресурса конструкций из металлических, композиционных полимерных и металлополимерных материалов // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. – М.: ЦНТ «НаноСтроительство», 2014. – Том 6, № 1. – С. 68– 90. URL: http://issuu.com/nanobuild/docs/nanobuild\_1\_2014\_rus (дата обращения: ).





### PATENTS FOR INVENTIONS

УДК 69

VLASOV Vladimir Alexeevich, Ph.D. in Engineering, Expert, International Academy of Engineering; 125009, Russian Federation, Moscow, Gazetny per., block 9, bld.4, e-mail: info@nanobuild.ru

# INVENTIONS IN NANOTECHNOLOGICAL FIELD PROVIDE INCREASED STRENGTH AND LIFE SPAN OF THE METAL, COMPOSITE AND POLYMER, METALLOPOLYMER STRUCTURES

The invention «The method of dispersion of nanoparticles in epoxy resin (RU 2500706)» refers to nanotechnological field and it can be applied in different areas of machine industry, transport, construction, power engineering to increase strength and life span of the structures made of metal, composite and polymer, metallopolymer materials, for glue and glue and mechanical joints in different structure elements as well as for compositions which strengthen the stress concentration zones (in the form of holes, cutouts, fillet, thickness differentials) in structures, to reform defects, microcracks and other damages occurring in production and performance of structures, to eliminate and encapsulate the gaps in holes and meeting-points of bolted and riveted joints.

The invention «The method to produce nanosuspension for manufacturing polymer nanocomposite (RU 2500695)» refers to the area of production of polymer nanocomposites based on reactiveplastic binder for space, aircraft, construction and other types of structures (glass-fiber plastic, carbon reinforced plastic, organic plastic, etc.). The method includes preparation of nanosuspension by introducing carbon nanotubes into reactiveplastic binder under ultrasonic treatment with intensity cavity zone  $15-25~\rm kW/m^2$ . The method makes it possible to optimize the degree of dispersion of carbon nanotubes in binder and to shorten production time of nanocomposites possessing increased strength due to even distribution of nanoparticles in nanocomposite.

**Key words:** nanotechnologies, nanoparticles, nanosuspension, nanoepoxide dispersion, nanotubes, nanocomposites, nanomodified glue joint.



#### References:

- 1. Patents and inventions registered in RF and USSR [Electronic source]. Access mode: http://www.findpatent.ru/patent/249/2494961.html (date of access: 15 January 2014).
- 2. *Rakov E.G.* Nanotubes and fullerens. Moscow. Universitetskaya kniga. Logos. 2006. p.140–167, 297–298. (In Russian).
- 3. *Smrutisikha Bal et al.* Dispersion an reinforcing mechanism of carbon nanotubes in epoxy nanocomposite. Bull. Mater. Sci. Indian Academy of Science, vol. 33, № 1, 2010, p.27–31. http://www.ias.ac.in/matersci/bmteb2010/27.pdf.
- 4. Caio Erico Pizzutt et al. Study of epoxy. CNT nanocomposite prepared via dispersion in the hardener. Mater. Res., vol. 14, № 2, Cao Carlo 2011, Epub. June 03, 2011. http://www.sciclo.br/sciclo.php.pid=sl 516-14392011000200019&script=s ci arttext.
- 5. Fawad Inam et al. Multiscale hybrid micro-nanocomposite based on carbon nanotubes and fibres. Journal Nanomaterials, vol. 2010 (2010), article ID 453420 doi. 10.1155/2010/453420. http://www.hindawi.com/Journals/jnm 2010/453420.

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

Vlasov V.A. Inventions in the nanotechnological area provide increased resistance of construction materials and products to operational load. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2013, Vol. 5, no. 6, pp. 68–90. Available at: http://issuu.com/nanobuild/docs/nanobuild 1 2014 eng (Accessed ). (In Russian).



ПРЕМИЯ «ВРЕМЯ-ИННОВАЦИЙ-2013»: СКАЗКА СТАНОВИТСЯ РЕАЛЬНОСТЬЮ

## ПРЕМИЯ «ВРЕМЯ-ИННОВАЦИЙ-2013»: СКАЗКА СТАНОВИТСЯ РЕАЛЬНОСТЬЮ

декабря 2013 года в Москве, в «Президент-Отеле», состоялась торжественная церемония награждения Лауреатов премии в области инноваций «Время инноваций—2013» — независимой награды за достижения в области инновационной деятельности, получившие общественное и деловое признание.

Цель Премии — выявление и поощрение лучших инновационных проектов и практик, направленных на стимулирование и внедрение инновационных разработок.

В числе лауреатов Премии: ОАО «Аэрофлот — российские авиалинии»; Самсунг Сервис Россия; компания МАҮКОR; Госкорпорация «Росатом»; ОАО «Федеральная пассажирская компания»; ОАО «Северсталь»; ОАО «СУЭК»; ОАО «Мобильные Теле Системы».

Премия «Время инноваций» инициирована фондом «Социальные проекты и программы» при поддержке Министерства экономического развития РФ, Министерства связи и массовых коммуникаций РФ, Российской венчурной компании и проводится третий год подряд, поощряя тех, кто вкладывает свой талант и усилия, изменяя своими продуктами и технологиями окружающий мир. «Благодаря вашим инновационным идеям, решениям и технологиям, наша жизнь становится легче, интереснее и мобильнее. И то, что еще вчера казалось сказкой, становится реальностью», — отметил заместитель генерального директора Российского агентства поддержки малого и среднего бизнеса Александр Ермошин, награждая победителей.

Характерной особенностью Премии в этом году стало большое количество участников, внедряющих инновации в процесс управления



#### ПРЕМИЯ «ВРЕМЯ-ИННОВАЦИЙ-2013»: СКАЗКА СТАНОВИТСЯ РЕАЛЬНОСТЬЮ



Андрей Полозов-Яблонский, «Аэрофлот — российские авиалинии»



Ирина Семенова, MAYKOR

бизнесом. «МАҮКОЯ — общероссийский поставщик услуг в области ИТ-аутсорсинга и сервиса для компаний из различных отраслей. Для эффективного управления нашими 83 филиалами и 4000 инженеров по всей России мы разработали автоматизированную систему, позволяющую контролировать все работы и качество услуг в режиме реального времени», — комментирует вице-президент по маркетингу компании МАҮКОЯ Ирина Семенова.

Новшеством Премии в 2013 году стало учреждение номинации для малых инновационных проектов, призванной повысить престиж инновационно-предпринимательской деятельности малых предпринимателей. «В России очень большое количество интересных технических идей, и надо понимать, что будущее России за средним бизнесом, который мог бы внедрять эти технологии», — прокомментировала значимость технологических предпринимателей член Экспертного совета Премии, декан Высшей школы маркетинга и развития бизнеса НИУ ВШЭ Татьяна Комиссарова.

Участие в Премии носит не только имиджевый характер, но дает малым инновационным проектам и практическую пользу. «Являясь с 2011 года организационным партнером, Центр коммерциализации



#### ПРЕМИЯ «ВРЕМЯ-ИННОВАЦИЙ-2013»: СКАЗКА СТАНОВИТСЯ РЕАЛЬНОСТЬЮ







г-н Сангвук Джанг, Самсунг Сервис Россия

инноваций оказывает оргкомитету Премии методологическую поддержку в оценке конкурсных проектов. Накопленный Центром опыт также был применен при разработке методических рекомендаций к конкурсным проектам, которые позволят им не только ускорить свое дальнейшее развитие за счет выбора оптимальных форматов взаимодействия с рыночной средой, но и подать заявку на будущий год на качественно ином уровне», — отметил партнер Центра Леонид Данилов.

В числе вручавших компаниям награды —  $An\partial pe u$  Munexun, президент исследовательского холдинга РОМИР;  $Anekcan\partial p$  Bopucos, генеральный директор Московской Международной Бизнес Ассоциации; Tambsha Komuccaposa, декан Высшей школы маркетинга и развития бизнеса НИУ ВШЭ; Cepre u Cumapahos, доктор технических наук, председатель подкомитета по инновациям ТПП РФ.

Интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве» является информационным партнером церемонии награждения Премии «Время инноваций-2013».



# THE AWARD «TIME OF INNOVATIONS–2013»: THE DREAMS COME TRUE

n the 19 December 2013, Moscow, the solemn ceremony devoted to the laureates of the Award in the area of innovations «Time of Innovations—2013» took place in the President Hotel. The award is an independent prize given for the achievements in innovation activities which got public and business recognition.





## МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ГОРОД XXI ВЕКА. ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ВНЕДРЕНИЯ, ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ, РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ В РЕГИОНАХ»

апреля 2014 года в г. Саранск, Республика Мордовия, в рамках всероссийской выставки «Саранск—2018» состоится международная конференция «Город XXI века. Эффективные механизмы внедрения, взаимодействия, развития строительной индустрии в регионах».

Организаторами мероприятия являются: Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, Аппарат полномочного представителя Президента Российской Федерации в Приволжском Федеральном округе, администрация Главы Республики Мордовия, Правительство Республики Мордовия, Министерство строительства и архитектуры Республики Мордовия, Министерство целевых программ Республики Мордовия, Министерство экономики Республики Мордовия, Министерство жилищно-коммунального хозяйства и гражданской защиты населения Республики Мордовия, Министерство энергетики и тарифной политики Республики Мордовия, Государственный комитет Республики Мордовия по транспорту, Торгово-промышленная палата Республики Мордовия, администрация городского округа.



Целью мероприятия является содействие деловому сотрудничеству в сфере развития строительного комплекса Республики Мордовия и регионов России, демонстрация достижений и потенциала предприятий, содействие внедрению новейших разработок и передовых технологий отечественных и зарубежных предприятий, направленных на обеспечение жизнедеятельности городов, формирование инфраструктуры, применение передовых инновационных технологий в строительстве и ремонте, жилищно-коммунальном хозяйстве, решение проблем энергосбережения, обсуждение проблем качества строительства и промышленности строительных материалов, государственный и общественный контроль качества, роль общественных и саморегулируемых организаций в повышении качества и продвижении инноваций в строительной отрасли, установление личных контактов с руководителями и специалистами компаний-застройщиков, проектных организаций, предприятий ЖКХ, обмен передовым опытом, укрепление межрегиональных связей.

#### В программе конференции:

Пленарное заседание: Реализация федеральной целевой программы национальный проект «Доступное и комфортное жильё — гражданам России». Проблемы и перспективы развития строительной отрасли в условиях вступления России в ВТО. Взаимодействие государства и бизнеса в развитии проектов в строительной индустрии.

#### Секции конференции:

Секция 1. Региональная строительная инфраструктура. Реализация региональных проектов: «Подготовка и проведение в 2018 году чемпионата мира по футболу на 2013—2018 годы», «Развитие предприятий промышленности строительных материалов и индустриального домостроения Республики Мордовия до 2020 года», «Государственная программа «Развитие Республики Мордовия до 2018 года». Проблемы внедрения и эксплуатации. Пути повышения эффективности.

Секция 2. Строительство и коммунальный комплекс ЖКХ. Современные подходы к автоматизации и диспетчеризации в системе ЖКХ.



Секция 3. Энергоэффективное строительство. Реализация федерального закона от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении эффективности и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», о ходе реализации республиканской целевой программы «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в Республике Мордовия на 2011—2020 годы».

Секция **4.** «Государственный строительный надзор: практика, эффективность, перспективы». Нормативно-правовая база.

**Круглы**й стол. Интеграция наноматериалов в строительстве. Применение инноваций и нанотехнологий в строительных материалах.

**Круглый стол.** Умный город. Интеллектуальные транспортные системы. Развитие транспортной инфраструктуры к чемпионату мира по футболу–2018 года.

На мероприятие приглашены органы исполнительной и законодательной власти РФ, представители Правительства Республики Мордовия, отраслевые министерства и ведомства, представители органов местного самоуправления и муниципальных образований, ассоциации, предприятия-производители материалов и инженерного оборудования, проектные организации, компании-застройщики, представители бизнес-сообществ, банки, эксперты инновационных и научных центров, саморегулируемые организации, региональные представители энергетических агентств, центров по энергосбережению и ресурсоэффективности, учёные, практики и эксперты в области энергосбережения и энергоэффективности, проектные и строительные организации комплекса ЖКХ, зарубежные партнёры, транспортные компании, представители малого и среднего бизнеса, индивидуальные предприниматели, учебные заведения, журналисты и др.

Для привлечения наибольшего числа специалистов в качестве участников конференции будет организована широкая рекламная кампания в специализированных и деловых печатных и Интернет СМИ.



С целью конструктивного делового сотрудничества с профессиональными организациями, работающими в строительной индустрии, решения общих проблем, препятствующих развитию проектов в регионах, налаживанию эффективного взаимодействия и сотрудничества с органами государственной власти и иными институтами гражданского общества приглашаем Вас принять участие в международной конференции «Город XXI века. Эффективные механизмы внедрения, взаимодействия, развития строительной индустрии в регионах».

Контактные телефоны организаторов Международной конференции: (3412) 958-157, 8-912-758-55-86.

E-mail: mmg18@mail.ru mmg.izhev@gmail.com

Подробная информация размещена на сайте: www.mmg.izhev.ru





# THE INTERNATIONAL CONFERENCE «THE CITY OF THE 21<sup>ST</sup> CENTURY. EFFICIENT METHODS TO IMPLEMENT, INTERACT WITH AND DEVELOP CONSTRUCTION INDUSTRY IN THE REGIONS»

ithin the frames of the All-Russian Exhibition «Saransk–2018» the International Conference «The City of the 21st Century. Efficient methods to implement, interact with and develop construction industry in the regions» will be held on the 16<sup>th</sup> April 2014 in Saransk ,Republic of Mordovia.



#### Международная строительная и интерьерная выставка



Организатор:



Тел.: +7 (343) 380-22-80 E-mail: build-ural@ite-ural.ru

www.build-ural.ru



УДК 69

**КАРПОВ Алексей Иванович**, канд. техн. наук, референт, Международная инженерная академия; 125009, Российская Федерация, Москва, Газетный пер., 9, стр. 4; e-mail: info@nanobuild.ru



# РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ И НАНОМАТЕРИАЛОВ.

Часть 1

С целью популяризации научных достижений в реферативной форме публикуются основные результаты исследований российских и зарубежных ученых. По направлению «Разработка полимерных композиционных материалов на основе эпоксидного связующего и функционализированных углеродных нанотрубок» разработанны радиопоглощающие материалы на основе эпоксидного связующего и ф-УНТ, обладающие аналогичными поглощающими и отражающими характеристиками при толщинах в 25–35 раз меньше по сравнению с композитами на основе микроразмерных углеродных наполнителей (технический углерод и графит) и в 1,5-2,0 раза меньше по сравнению с композитами на основе нативных (исходных) УНТ. Такие композиты при аналогичных толщинах и величине ослабления характеризуются коэффициентом отражения в 4,5-5,5 раз ниже по сравнению с композитами на основе микроразмерных углеродных наполнителей и в 1,1-1,4 раза меньше по сравнению с композитами на основе нативных УНТ. По направлению «Получение и свойства металлсодержащих наночастиц (Fe, Co, Ni, Zn, Ce, Cd, Pd, Ag, Мо), стабилизированных наноалмазом детонационного синтеза и полиэтиленом высокого давления» полученные в работе композиционные наноразмерные материалы имеют большую перспективу применения в решении задач электромагнитной совместимости, в частности, при создании многослойных радиопоглощающих материалов и покрытий, обладающих высокой эффек-



тивностью, что продемонстрировано в работе. Композиционные наноматериалы могут быть использованы в качестве модельных систем для изучения их взаимодействия с электромагнитным излучением и создания на их основе метаматериалов с использованием особенности физических свойств веществ в наноразмерном состоянии. Публикуемые материалы могут быть использованы специалистами в научной и практической деятельности.

**Ключевые слова:** нанокомпозиты, углеродные нанотрубки, металлсодержащие наночастицы, наноалмаз детонационного синтеза, наноразмерные материалы.

## Разработка полимерных композиционных материалов на основе эпоксидного связующего и функционализированных углеродных нанотрубок

#### Актуальность

Полимерные материалы применяются в самых разных отраслях народного хозяйства. Однако с развитием науки и техники к ним предъявляются все более высокие требования, которым индивидуальные полимеры уже не удовлетворяют. Существенно улучшить эксплуатационные свойства полимеров позволяет создание на их основе полимерных композиционных материалов. Одним из перспективных направлений исследований в области композиционных материалов является создание полимерных композитов на основе углеродных нанотрубок (УНТ). С момента открытия УНТ Инжимой в 1991 году количество исследований в данной области постоянно увеличивается. Уникальная структура УНТ обеспечивает им рекордные значения прочности при малом удельном весе, а также электропроводность в осевом направлении. Такие свойства УНТ с учетом того, что их диаметр составляет всего несколько нанометров, а длина - от единиц до сотен микрон, обуславливают возможность создания композиционных материалов с высокими значениями прочности, электропроводности, расширенным интервалом рабо-



чих температур и некоторыми специальными свойствами, в частности, радиопоглощающими [1].

Создание таких материалов является сложной задачей, что связано с рядом проблем, возникающих при введении нанотрубок в полимерную матрицу. Для достижения максимальной эффективности от использования УНТ, как правило, необходимо их равномерное распределение в объеме полимера, а также высокая адгезия полимерной матрицы к поверхности нанотрубок. Однако вследствие большой удельной поверхности (до 1000 м/г) УНТ склонны к образованию агломератов, т.е. к неравномерному распределению в полимере, а графеновая поверхность нанотрубки может образовывать лишь слабые Ван-дер-Ваальсовые связи с полимерной матрицей, поэтому высокая адгезия полимера к УНТ, как правило, не характерна.

Наиболее перспективным путем для решения указанных выше проблем является функционализация УНТ - химические превращения, ведущие к образованию активных функциональных групп на поверхности нанотрубок. Функциональные группы на поверхности УНТ способны образовывать ковалентные связи с макромолекулами, что обеспечивает их равномерное распределение в объеме полимера и высокую адгезию последнего к нанотрубкам. В большинстве работ при исследовании свойств композитов используются УНТ, функционализированные по какой-либо определенной методике. Однако зависимости свойств полимерных композиционных материалов от условий функционализации УНТ, в частности, её продолжительности, систематически не рассматривались, хотя изменение этих условий может значительно влиять на характеристики композитов. Таким образом, исследование свойств УНТ и композитов на их основе зависимости от условий функционализации и поиск оптимальных параметров этого процесса являются актуальной задачей.

**Цель работы** — исследование свойств полимерных композиционных материалов с углеродными нанотрубками в зависимости от продолжительности их функционализации.

#### Научная новизна

1. Проведены комплексные систематические исследования ряда свойств (физико-механических, электрофизических, радиопогло-



- щающих, тепло- и термостойкости) эпоксидных композиционных материалов с ф-УНТ в зависимости от продолжительности их функционализации.
- 2. Исследованы радиопоглощающие свойства полимерных композитов с различными углеродными наполнителями (в том числе исходными и функционализированными УНТ) в частотном диапазоне  $52-73\ \Gamma\Gamma$ ц.
- 3. Установлено, что физико-механические и радиопоглощающие свойства полимерных композитов с ф-УНТ экстремально зависят от продолжительности их функционализации.
- 4. На основе комплексных систематических исследований строения, состава и поверхностных свойств УНТ в зависимости от продолжительности их функционализации объяснены закономерности различных свойств полимерных композиционных материалов.

#### Теоретическая и практическая ценность полученных результатов

Разработана методология синтеза ф-УНТ с контролируемым содержанием карбоксильных групп, длиной и степенью разрушения внешних слоев для целенаправленного улучшения свойств полимерных композиционных материалов.

Разработаны полимерные композиционные материалы на основе эпоксидной матрицы и ф-УНТ с прочностью более чем в 2 раза и модулем упругости более чем в 3 раза, превосходящими аналогичные показатели полимерной матрицы без наполнителя.

Разработаны композиционные материалы с относительно низким удельным объемным сопротивлением на уровне 1000 Омсм, пригодные для изготовления изделий с хорошими антистатическими свойствами, клеевых композиций с эффектом рассеивания статического заряда (например, для радиационностойких микроузлов), полимерных проводников импульсного сигнала (для систем информационной безопасности), низкотемпературных нагревательных элементов.

Разработаны радиопоглощающие материалы на основе эпоксидного связующего и ф-УНТ, обладающие аналогичными поглощающими и отражающими характеристиками при толщинах в 25–35 раз меньше по сравнению с композитами на основе микроразмерных углеродных наполнителей (технический углерод и графит) и в 1,5–2,0 раза мень-



ше по сравнению с композитами на основе нативных (исходных) УНТ. Такие композиты при аналогичных толщинах и величине ослабления характеризуются коэффициентом отражения в 4,5-5,5 раз ниже по сравнению с композитами на основе микроразмерных углеродных наполнителей и в 1,1-1,4 раза меньше по сравнению с композитами на основе нативных УНТ.

Результаты работ в части исследований радиопоглощающих свойств полимерных материалов с нанотрубками приняты к внедрению в Научно-исследовательском институте измерительных систем им. Ю.Е. Седакова (Нижний Новгород).

#### Апробация работы

Результаты работы были представлены на Международной молодёжной научной школе (Москва, 2012), V и VII молодежных научнотехнических конференциях молодых специалистов Росатома (Нижний Новгород, 2010 и 2012), 15-й конференции молодых ученых-химиков Нижегородской области (Нижний Новгород, 2012), 17-й нижегородской сессии молодых ученых (Арзамас, 2012), Всероссийской научной молодежной школе-конференции (Омск, 2010), Конференции молодых ученых (Саратов, 2010).

# Получение и свойства металлсодержащих наночастиц (Fe, Co. Ni, Zn, Ce, Cd, Pd, Ag, Mo), стабилизированных наноалмазом детонационного синтеза и полиэтиленом высокого давления

#### Актуальность

Одной из основных задач современного материаловедения является исследование влияния матрицы на свойства металлсодержащих наночастиц, поскольку понимание механизма влияния матрицы на состав наночастиц позволяет синтезировать высокофункциональные материалы с заданными свойствами [2].

Среди известных материалов наибольшее распространение получили композиты на основе полимерных матриц, поскольку такие ма-



териалы обладают характеристиками матрицы и наполнителя. В связи с этим, представляемая работа была направлена на создание новых композиционных материалов на основе неорганических наночастиц, локализованных внутри полимерной матрицы (полиэтилена высокого давления) или на поверхности наноразмерного носителя (агрегатов наноалмаза детонационного синтеза), а также гибридных материалов, состоящих из полимерной матрицы, в объеме которой локализованы микрогранулы наноалмаза детонационного синтеза, декорированного металлсодержащими наночастицами. Уникальные свойства наноразмерных дисперсных систем обусловлены особенностями входящих в них отдельных наночастиц, взаимодействием частиц с окружающей средой (матрицей), а также межчастичными взаимодействиями, способными приводить к коллективным эффектам. В настоящее время физические свойства наночастиц, возникающие за счет поверхностных или квантоворазмерных эффектов, являются объектом интенсивных исследований. Особое место в этом ряду занимают магнитные характеристики наночастиц; здесь наиболее отчетливо выявлены различия между компактными магнитными материалами и соответствующими наночастицами, разработаны теоретические модели, способные объяснить многие из наблюдаемых эффектов. Стабилизация наночастиц осуществляется как в объеме полимерных матриц, так и на поверхности микроносителей. Последний метод становится весьма популярным, поскольку наночастицы остаются доступными для реагентов извне, сохраняя при этом основные физические характеристики.

Последнее время значительное внимание уделяется использованию наноалмаза детонационного синтеза (ДНА), поскольку он обладает развитой системой кислородсодержащих функциональных групп, что позволяет использовать его в качестве матрицы для стабилизации на его поверхности белков, магнитоконтрастных веществ и наночастиц. Несмотря на то, что исследования в области создания композиционных материалов на основе ДНА и металлсодержащих наночастиц ведутся на протяжении ряда лет, детонационный наноалмаз в них зачастую используется не как носитель, а в виде отдельных алмазных частиц, локализованных на поверхности наночастиц металлов. В этой связи представляет интерес разработка эффективных методов синтеза нового класса композиций, в которых ДНА выступает в роли носителя металлсодержащих наночастиц. Кроме того, представляет интерес из-



учение влияния ДНА на свойства металлполимерных композиционных материалов на основе матрицы полиэтилена высокого давления (ПЭВД) с точки зрения возможности использования ДНА для улучшения характеристик последних. В этой связи представляет интерес создание ряда материалов, состоящих из металлсодержащих наночастиц, стабилизированных матрицей ПЭВД, как в качестве объектов сравнения, так и для расширения знания о свойствах материалов данного типа. Такие композиции могут рассматриваться как перспективные материалы для задач электромагнитной совместимости, для создания магниточувствительных материалов фотоники и спинтроники.

**Цель работы** — создание новых композиционных материалов на основе неорганических металлсодержащих наночастиц, стабилизированных в матрицах полиэтилена высокого давления и микрогранул наноалмаза детонационного синтеза, исследовании их свойств и выявлении закономерностей влияния матрицы на свойства наночастиц.

#### Научная новизна

Исследована возможность создания металлсодержащих наночастиц, состоящих из металлов различной природы (Fe, Co, Ni, Zn, Ce, Cd, Pd, Ag, Mo) либо их неорганических соединений, локализованных на поверхности ДНА. Созданы гибридные композиционные материалы, состоящие из матрицы ПЭВД, в объеме которой локализованы микрогранулы ДНА, декорированные наночастицами неорганических соединений.

Определены основные параметры процессов синтеза, влияющие на размер и состав образующихся наночастиц. Охарактеризован широкий спектр композиционных порошков, представляющих собой металлсодержащие наночастицы, локализованные в объеме матрицы ПЭВД и на поверхности агломератов наноалмаза детонационного синтеза. Показано, что выбранный в настоящей работе метод синтеза применим для получения Fe-, Co-, Ni-, Zn-, Ce-, Cd-, Pd-, Ag-, Мо-содержащих наночастиц с их фиксацией на поверхности агломератов наноалмаза детонационного синтеза *in situ*.

Показана применимость гексанитроцерата тетраэтиламмония  $(Et_4N)_2[Ce(NO3)_6]$  в качестве исходного соединения для получения наночастиц состава  $CeO_2$ , как в объеме полиэтиленовой матрицы, так и на



А.И. КАРПОВ Результаты исследований в области нанотехнологий и наноматериалов. Часть 1

поверхности агломератов наноалмаза. Исследованы магнитные (параметры петель гистерезиса, магнитная восприимчивость), электрические (удельное объемное сопротивление, диэлектрическая проницаемость, тангенс угла диэлектрических потерь) свойства полученных нанокомпозитов и проведен сравнительный анализ синтезированных композиций.

Показано, что использование наноалмаза в составе композиционных металл-полимерных материалов в ряде случаев позволяет достичь заданных электродинамических характеристик при меньшей концентрации металлсодержащего наполнителя, что позволяет уменьшить удельную массу материалов. Показана перспективность применения синтезированных КМ в задачах электромагнитной совместимости.

#### Практическая значимость

Синтезированы композиционные материалы на основе наночастиц неорганической природы (Fe-, Co-, Ni-, Zn-, Ce-, Cd-, Pd-, Ag-, Мо-содержащих), локализованных в объеме полиэтиленовой матрицы (ПЭВД) и на поверхности микрогранул наноалмаза детонационного синтеза (ДНА). Также синтезированы гибридные композиционные материалы, в которых в объеме полиэтиленовой матрицы локализованы микрогранулы ДНА, декорированные наночастицами неорганических соединений.

Полученные в работе композиционные наноразмерные материалы имеют большую перспективу применения в решении задач электромагнитной совместимости, в частности, при создании многослойных радиопоглощающих материалов и покрытий, обладающих высокой эффективностью, что продемонстрировано в работе. Композиционные наноматериалы, полученные в данной работе, могут быть использованы в качестве модельных систем для изучения их взаимодействия с электромагнитным излучением и создания на их основе метаматериалов с использованием особенности физических свойств веществ в наноразмерном состоянии.

#### Апробация работы

Результаты диссертационной работы были доложены и обсуждены на следующих конференциях: European Materials Research Society Fall



А.И. КАРПОВ Результаты исследований в области нанотехнологий и наноматериалов. Часть 1

Meeting Conference (6–10 сентября, 2004, Варшава, Польша); IV Международной научной конференции «Химия твердого тела и современные микро- и нанотехнологии» (19-24 сентября, 2004, Кисловодск, Poccus); 4th Singapore International Chemical Conference «SICC-4» (8-10 декабря, 2005, Сингапур); 17th European Conference on Diamond, DiamondLike Materials, Carbon Nanotubes, and Nitrides (3–8 сентября, 2006, Эшторил, Португалия); Euronanoforum 2007 (1–21 июня, 2007, Дюссельдорф, Германия); International Conference on Nanoscience and Technology (2-6 июля, 2007, Стокгольм, Швеция); 17-й Международной Крымской конференции «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (10–14 сентября, 2007, Севастополь, Украина); Международной конференции «Наноразмерные системы: строение-свойства-технологии» (21-23 ноября, 2007, Киев, Украина); XIV Международной научно-технической конференции «Радиолокация, навигация, связь» (15–17 апреля, 2008, Воронеж, Россия); Первой международной научной конференции «Наноструктурные материалы-2008» (22-25 апреля, 2008, Минск, Белоруссия); 13th International conference «Properties, Processing, Modification, Application of Polymeric Materials (24-26 cenтября, 2008, Халле/Саале, Германия); Третьей всероссийской конференции по наноматериалам «НАНО-2009» (20-24 апреля, 2009, Екатеринбург, Россия); International conference «Nanomeeting 2009» (26-29 мая, 2009, Минск, Белоруссия); VI Российской ежегодной конференции молодых научных сотрудников и аспирантов (17–19 ноября, 2009, Москва, Poccus); Conference on Magnetism, Crystal Growth, Photonics (7 октября, 2010, Тель-Авив, Израиль); ІІ Международной научной конференции «Наноструктурные материалы-2010» (19-22 октября, 2010, Киев, Украина); VII Российской ежегодной конференции молодых научных сотрудников и аспирантов «Физико-химия и технологии неорганических материалов» (8-11 ноября, 2010, Москва, Россия); V Международной научной конференции «Актуальные проблемы физики твердого тела» (18–21 октября, 2011, Минск, Беларусь); Fundamental and applied nanoelectromagnetics (22-25 мая, 2012, Минск, Белоруссия); International conference «Polymeric Materials 2012» (12–14 сентября, 2012, Халле/Саале, Германия); Europen Materials Research Society Fall Meeting (17–21 сентября, 2012, Варшава, Польша).



А.И. КАРПОВ Результаты исследований в области нанотехнологий и наноматериалов. Часть 1

Редакция Интернет-журнала «Нанотехнологии в строительстве» предлагает кандидатам и докторам наук опубликовать результаты своих исследований по тематике издания [3].

#### Библиографический список:

- 1. Захарычев Е.А. Разработка полимерных композиционных материалов на основе эпоксидного связующего и функционализированных углеродных нанотрубок: Автореф. дис. канд. хим. наук. Электронная библиотека диссертаций [электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.dslib.net (дата обращения: 17.01.2014).
- 2. Попков О.В. Получение и свойства металлсодержащих наночастиц (Fe, Co, Ni, Zn, Ce, Cd, Pd, Ag, Mo), стабилизированных наноалмазом детонационного синтеза и полиэтиленом высокого давления: Автореф. дис. канд. хим. наук: Электронная библиотека диссертаций [электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.dslib.net (дата обращения: 17.01.2014).
- 3. *Гусев Б.В.* Развитие нанотехнологий актуальнейшее технологическое направление в строительной отрасли // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство», 2011. Т. 3, № 2. С. 6—20. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild\_2\_2011.pdf (дата обращения: 17.01.2014).

#### Уважаемые коллеги!

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

 $Kapnos\ A.U$ . Результаты исследований в области нанотехнологий и наноматериалов. Часть 1 // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. — М.: ЦНТ «НаноСтроительство»,  $2014.-{\rm Tom}\,6$ , №  $1.-{\rm C.}\,101-112.-{\rm URL:}\,{\rm http://issuu.com/nanobuild/}\,{\rm docs/nanobuild\_1\_2014\_rus}$  (дата обращения: \_\_\_\_\_\_\_).

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



УДК 69

**KARPOV Alexey Ivanovich**, Ph.D. in Engineering, referent, International Academy of Engineering; 125009, Russian Federation: Moscow, Gazetny str., 9, bld. 4; e-mail: info@nanobuild.ru



# RESULTS OF RESEARCH IN THE AREA OF NANOTECHNOLOGIES AND NANOMATERIALS. Part 1

To popularize scientific achievements in construction the main results of Russian and foreign scientists' research are published in the form of abstract. Within the investigation «Development of polymer composite materials based on epoxy binder and functionalized carbon nanotubes (f-CNT)» radio-absorbing materials based on epoxy binder and f-CNT have been created. These materials possess the similar absorbing and reflecting characteristics but their thicknesses are 25-30 times less than those of composites based on microsize carbon fillers (technical carbon and graphite) and 1,5-2,0 times less in respect to the composites based on native CNT. Such composites with the same thicknesses and weakening factor are characterized with reflection factor which is 4,5-5,5 times less than that of composites based on microsize carbon fillers and 1,1-1,4 times less in respect to the composites based on native CNT. Within the range «Production and properties of metal-containing nanoparticles (Fe, Co, Ni, Zn, Ce, Cd, Pd, Ag, Mo) stabilized by detonation synthesis nanodiamond and high pressure polyethylene» composite nanodimensional materials were obtained. These materials have great application potentialities to solve the problems of electromagnetic compatibility and in particular to create multi-layer radio wave absorbing materials and coatings possessing high efficiency, that was shown in the work. Composite nanomaterials can be used as the model systems to study their interaction with electromagnetic emission and to create metamaterials based on these com-



posite nanomaterials with the use of distinctive feature of physical properties of nanosize substance. Specialists can use published materials in their scientific and practical activities.

Key words: nanocomposites, carbon nanotubes, metal-containing nanoparticles, detonation synthesis nanodiamond, nanodimensional materials.

#### References:

- 1. Zakharovich E.A. Razrabotka polimernyh kompozicionnyh materialov na osnove jepoksidnogo svjazujushhego i funkcionalizirovannyh uglerodnyh nanotrubok. [Development of polymer composite materials based on epoxy binder and functionalized carbon nanotubes]. Ph.D. thesis. Electronic library of theses [electronic source]. Available at: http://www.dslib.net (date of access: 17.01.2014).
- 2. *Popkov O.V.* Poluchenie i svojstva metallsoderzhashhih nanochastic (Fe, Co, Ni, Zn, Ce, Cd, Pd, Ag, Mo), stabilizirovannyh nanoalmazom detonacionnogo sinteza i polijetilenom vysokogo davlenija [Production and properties of metal-containing nanoparticles (Fe, Co, Ni, Zn, Ce, Cd, Pd, Ag, Mo) stabilized by detonation synthesis nanodiamond and high pressure polyethylene]. Ph.D. thesis. Electronic library of theses [electronic source]. Available at: http://www.dslib.net (date of access: 17.01.2014).
- 3. Gusev B.V. Development of nanotechnologies the most important technological direction in construction. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal. Moscow. CNT «NanoStroitelstvo». 2011. Vol. 3, no. 2. pp. 6–20. Available at: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild\_2\_2011.pdf (date of access: 17.01.2014).

#### Dear colleagues!

## The reference to this paper has the following citation format:

Karpov A.I. Results of research in the area of nanotechnologies and nanomaterials. Part 1. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2014, Vol. 6, no. 1, pp. 101–112. Available at: http://issuu.com/nanobuild/docs/nanobuild\_1\_2014\_eng (Accessed \_\_\_ \_\_\_\_\_). (In Russian).

Contact information	e-mail: info@nanobuild.ru
John act information	e-maii. mio@nanobunu.i u

112

# Хабаровск

# XVIII СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА





Легкоатлетический манеж стадиона им. Ленина ХАБАРОВСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ЯРМАРКА















О соблюдении редакцией электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернетжурнал» издательской этики и заявление об отсутствии злоупотребления служебным положением

#### Общие положения

Основные этические нормы, которые соблюдает редакция электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал»:

- 1. Недопустимым является плагиат, в какой бы то ни было форме. Это касается как представления к публикации под своим именем прежде опубликованных или неопубликованных работ других авторов, так и присвоения чужих идей. В случае заимствования фрагментов чужих работ автор должен указать источник. Примеры библиографических ссылок приведены в разделе «Авторам».
- 2. Редакция публикует статьи авторов всех стран и национальностей, которые исследуют проблематику, определенную редакционной политикой.
- 3. Редакция не сотрудничает с авторами, которые когда-либо допустили случаи плагиата в статьях, представленных в электронное издание «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» или других изданиях, если таковое станет известным.
- **4.** Редакция использует программные средства и обеспечение для выявления плагиата из работ, имеющихся в Интернете.
- **5.** Редакция будет с признательностью принимать информацию от читателей относительно выявленных ими элементов плагиата и нарушения авторами моральных норм и публиковать ее на страницах журнала.
- 6. Редакция берет на себя обязательства не публиковать статьи, которые содержат призывы к терроризму, проявления ксенофобии, оскорбления других авторов или граждан.
- 7. Для рецензирования каждой статьи привлекают, по меньшей мере, трех экспертов из числа членов редсовета, редколлегии или приглашают внешних экспертов.



- **8.** Среди требований, предъявляемых к рецензентам, есть определение наличия элементов плагиата. Обязанности рецензентов приведены в разделе «Рецензентам».
  - 9. Структура рецензированных статей приведена в Приложении 3.
- 10. Более подробная информация о соблюдении издательской этики и порядке рецензирования материалов, которыми нужно руководствоваться, содержится в международных стандартах, законах Российской Федерации, профессиональных кодексах, руководствах. Среди них Международные стандарты Комитета по этике публикаций (Committe on Publication Ethics COPE), Руководство для рецензентов издательства Elsevier, Закон РФ «О средствах массовой информации», Закон РФ «О рекламе», Кодекс профессиональной этики журналиста, Кодекс этики научных публикаций и др.

#### Главному редактору

Решение по опубликованию статьи. Главный редактор электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал», отвечает за принятие решения о том, какие из представленных в редакцию журнала работ следует опубликовать. Это решение всегда должно приниматься на основе проверки достоверности работы и ее важности для исследователей и читателей. Главный редактор может руководствоваться методическими рекомендациями, разработанными редсоветом и редколлегией журнала, и такими юридическими требованиями как недопущение клеветы, нарушения авторского права и плагиата. Также при принятии решения по публикации главный редактор может советоваться с членами редсовета, редколлегии или рецензентами.

Справедливость. Главный редактор оценивает представленные работы по их интеллектуальному содержанию, невзирая на расу, пол, сексуальную ориентацию, религию, этническое происхождение, гражданство или политические взгляды автора.

**Конфиденциальность.** Главный редактор, сотрудники редакции, члены редсовета и редсовета не должны раскрывать информацию о представленной рукописи кому-либо другому, за исключением автора, рецензентов, потенциальных рецензентов, консультантов редакционного совета, а также издателя.



Разглашение сведений и конфликт интересов. Сведения, содержащиеся в представленной статье, не должны использоваться в какой-либо собственной работе главного редактора и членов редсовета и редколлегии без письменного разрешения автора. Конфиденциальная информация или идеи, полученные при рецензировании, должны храниться в секрете и не использоваться для получения личной выгоды.

Главному редактору следует отказаться от своего участия в рецензировании в случае, если присутствует конфликт интересов, проистекающий из конкуренции, сотрудничества или других отношений с кемлибо из авторов, компаний или учреждений, имеющих отношение к статье.

Главному редактору следует требовать от всех авторов журнала предоставлять сведения о соответствующих конкурирующих интересах и публиковать исправления, если конфликт интересов был разоблачен после публикации. В случае необходимости, может выполняться другое подходящее случаю действие, такое как публикация опровержения или выражения озабоченности.

**Изучение жалоб этического характера.** Главному редактору следует принимать разумно быстрые меры при поступлении жалоб этического характера в отношении представленной рукописи или опубликованной статьи, имея контакт с редакцией, издателем.

## Рецензентам

Рецензирование помогает главному редактору при принятии решения об опубликовании работы, а через связь редакции с автором, может также помочь автору улучшить его работу. Редакция электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернетжурнал» назначает рецензентов из числа членов редсовета, редколлегии или привлекает внешних экспертов. Рецензирование должно обеспечить оценку научной значимости и оригинальности представленной рукописи. Авторы рукописей, представленных к опубликованию, признают целесообразность и необходимость рецензирования. Соглашаясь на рецензирование, будущий рецензент берет на себя следующие обязательства.



Оперативность. Лица, к которым обратились члены редакции через главного редактора относительно рецензирования рукописей научных работ, имеют моральные обязательства относительно ее оперативной оценки. При невозможности представления рецензии в установленный срок, об этом информируют главного редактора и назначают нового рецензента.

**Конфиденциальность.** Каждая полученная для рецензирования рукопись должна рассматриваться как конфиденциальный документ. Ее не просматривают и не обсуждают с другими лицами, кроме лиц, уполномоченных главным редактором.

**Объективность.** Рецензии должны выполняться объективно. Недопустимы личностные нападки на автора. Рецензенту следует выражать свою точку зрения ясно и обоснованно.

Оценка ссылок. Факт отсутствия ссылок в рукописи, представленной для опубликования, должен быть отмечен и оценен рецензентом. В случае сходства или частичного совпадения рукописи с известными рецензенту публикациями, на которые отсутствуют ссылки, это должно быть также указано рецензентом. Примеры библиографических ссылок приведены в разделе «Авторам».

**Выявление плагиата.** Рецензент, в случаях подозрения по поводу дублирования статьи или плагиата, должен указать об этом в рецензии.

Этические нормы. Конфиденциальная информация и идеи рецензированной статьи не должны разглашаться. Материалы рецензированной статьи не должны использоваться для получения личной выгоды рецензента. Рецензент соблюдает норму, согласно которой он не использует в собственной работе и публикациях идеи и положения рецензированной им статьи без письменного согласия ее автора.

Рецензенту следует отказаться от своего участия в рецензировании в случае, если присутствует конфликт интересов, проистекающий из конкуренции, сотрудничества или других отношений с кем-либо из авторов, компаний или учреждений, имеющих отношение к статье.



#### **Авторам**

#### 1. Авторы представляют в редакцию:

- рукописи в электронном виде (по электронной почте info@nanobuild.ru) в соответствии с правилами оформления текстовых и графических материалов, приведенными в Приложении 1. Тематика публикуемых материалов должна соответствовать заявленной редакцией электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» в Приложении 2. Представляемые статьи должны соответствовать структуре, приведенной в Приложении 3.
- сопроводительное письмо (редакция высылает авторам образец по их предварительному запросу).
- 2. В статье должны содержаться результаты оригинальных исследований и прослеживаться связь с предыдущими исследованиями, выполненными лично автором и другими учеными. Последнее должно быть представлено как в основном тексте, так и в форме ссылок на предыдущие источники. В случае использования материалов из работ других авторов статья должна содержать соответствующие ссылки. Библиографический список приводится после текста статьи. Примеры оформления библиографических ссылок даны в Приложении 4.

При написании статьи следует соблюдать принципы профессиональной этики, проявлять компетентность, объективность и ответственность.

- 3. Редакция, редакционный совет или редакционная коллегия могут попросить авторов предоставить все первоисточники и материалы, имеющие отношение к написанию публикуемой статьи. Материалы должны храниться в течение 1 года после публикации.
- 4. Каждая статья, публикуемая в журнале, рецензируется экспертами на предмет оригинальности и соответствия правилам оформления. Использование трудов или мыслей других ученых должно быть оформлено надлежащим образом. Недопустим плагиат в любой форме. Авторы должны подтвердить, что публикуют свою статью впервые или просят осуществить ее повторную публикацию.



- 5. Информация, полученная неофициально, например, в частном обсуждении или переписке, не может быть представлена в статье без письменного разрешения со стороны источника информации. Информация, источником которой является конфиденциальная деятельность, в частности рецензирование рукописей или заявок на получение грантов, не может быть использована в статье без письменного согласия авторов.
- 6. Переиздание статьи по инициативе редакционного совета (редакционной коллегии) журнала осуществляется с согласия авторов, редакции и обладателя права интеллектуальной собственности на статью. В случае повторной публикации статьи издатель делает соответствующее сообщение об этом.

Представление статьи в соавторстве возможно, если все лица, указанные как соавторы, сделали значительный вклад в разработку концепции, планирование, выполнение или интерпретацию описываемого исследования. В случае если вклад лица, определенным образом содействовавшего освещенному в статье исследованию, не настолько существенен, чтобы включить его в соавторы, ему должна быть высказана признательность. Плата с аспирантов за публикацию статей не взимается.

- **7.** Автор-корреспондент должен обеспечить прочтение и одобрение всеми соавторами окончательной версии статьи, а также их согласие на публикацию.
- 8. При наличии конфликта интересов, в том числе и потенциального, автор или соавторы должны информировать издателя как можно раньше. При выявлении принципиальных ошибок или неточностей в своей уже опубликованной работе автор обязан срочно сообщить об этом шеф-редактору и оказать максимальное содействие главному редактору журнала для публикации опровержения либо исправлений. В случае получения главным редактором информации от третьих лиц о содержащейся в опубликованной работе существенной ошибке автор обязан представить срочное опровержение с предоставлением главному редактору (шеф-редактору) доказательств своей правоты или необходимые исправления.
- 9. Авторы должны осознавать, что редакция, редакционный совет и редакционная коллегия электронного издания «Нанотехнологии



в строительстве: научный Интернет-журнал» берут на себя обязательства помогать научному сообществу в соблюдении всех аспектов издательской этики, особенно в случаях подозрения по поводу дублирования статьи или плагиата.

- 10. Авторы опубликованных материалов несут ответственность за достоверность приведенных сведений и использование данных, не подлежащих открытой публикации. Редакция оставляет за собой право внесения редакторской правки. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов: материалы публикуются с целью обсуждения актуальных вопросов. Редакция не несет ответственности за содержание рекламы и объявлений.
- **11.** После рассмотрения материалов редакция уведомляет авторов о своем решении электронным письмом. В случае если статья не подлежит публикации, редакция направляет автору мотивированный отказ.
- **12.** Любая перепечатка материалов полностью или частично возможна только с письменного разрешения редакции.

Уважаемые авторы! Просьба в целях экономии времени следовать правилам оформления статей в журнале.



#### Приложение 1

# Правила оформления материалов

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

#### 1. Текст 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.

#### 2. Графическое оформление статьи.

• Иллюстрации выполняются в векторном формате в графическом редакторе Corel Draw 11.0 либо в любом из графических приложений MS Office 97, 98 или 2000.



- Графики, рисунки и фотографии вставляются в текст после первого упоминания о них в удобном для автора виде.
- Подрисуночные подписи (12 кг, обычный) даются под иллюстрациями по центру после сокращенного слова *Puc*. 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 изображении.
- 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.

#### 3. Оформление модулей.

- Модули должны быть контрастными и иметь разрешение не менее 300 dpi (в формате .jpg).
- Размеры модулей, мм:

1/1 - 170 (ширина) х 230 (высота);

1/2 - 170 (ширина) х 115 (высота).



#### Приложение 2

# Тематика публикуемых материалов

- Разработка теории формирования прочности и проницаемости наноструктурированных систем.
- Математические квантовые и другие виды моделей для исследования свойств наноматериалов.
- Проблемы применения наноматериалов и нанотехнологий в строительстве и строительных материалах.
- Технологические принципы создания наноструктур (расплавы, золь-гелевый синтез и др.).
- Создание новых функциональных материалов в строительстве.
- Разработка принципов перехода «беспорядок-порядок» при создании композитов с использованием синергетики и других подходов.
- Изучение различных технологических принципов при создании наносистем в промышленном производстве.
- Диагностика наноструктур и наноматериалов строительных систем.
- Проблемы получения высокоплотных и высокопрочных строительных материалов (бетоны, керамика и др.).
- Технологии измельчения минеральных частиц до наноразмерных уровней.
- Технология перемешивания смесей с нанодисперсными частицами и методы их активации.
- Гидродинамические и другие методы активации водных суспензий и растворов.
- Модификация водных растворов различных наноразмерных добавок, используемых в строительстве.
- Исследование в области токсичности порошковых наноматериалов.
- Металлическая арматура, модифицированная в процессе изготовления наноразмерными материалами.
- Волокна углеродные, базальтовые, арамидные и другие волокна малых диаметров с наноразмерными структурными характеристиками.
- Цементные и другие вяжущие с минеральными и органическими добавками.



- Бетоны и растворы, модифицированные наноразмерными добавками.
- Суспензии минеральных частиц, используемые для лаков, красок, а также модификаторов к бетонам и растворам; свойства, технология их приготовления и живучесть.
- Дисперсии органических материалов, используемые для изготовления лаков и красок, а также добавок для бетонов и растворов; методы их активации и живучесть.
- Применение нанопорошков различной природы для модификации свойств строительных материалов.
- Новые свойства строительных материалов на основе наносистем.
- Модифицирование строительных материалов нановолокнами.
- Дисперсные композиционные материалы с нанопокрытием.
- Формирование наноструктурных покрытий лазерным напылением.
- Разработка методов исследования наноструктуры материалов на основе дисперсных систем, в том числе исследования нанообъектов пустоты в пористых системах.
- Технологии исследования свойств наноматериалов.
- Системы преподавания основ нанотехнологий.

Тематика статей может быть иной, прямо или косвенно связанной с перечисленными направлениями.



#### Приложение 3

## Структура статьи

УДК

#### Автор(ы):

обязательное указание места работы каждого автора (университет (институт), предприятие и другие организации, город, страна), должности, ученой степени, ученого звания (на русском языке) полный почтовый адрес каждого автора и электронный адрес (на русском языке)

#### Автор(ы):

обязательное указание места работы каждого автора (университет (институт), предприятие и другие организации, город, страна), должности, ученой степени, ученого звания (на английском языке) полный почтовый адрес каждого автора и электронный адрес (на английском языке)

Заглавие (на русском языке)

Заглавие (на английском языке)

Аннотация к статье (авторское резюме, реферат) — независимый от статьи источник информации, который позволяет российским и зарубежным специалистам сделать вывод о качестве и содержании статьи (аннотации должны быть информационными, оригинальными, содержать основные результаты исследований, структурированными, компактными — укладываться в 200—250 слов) (на русском языке)

Аннотация к статье (авторское резюме, реферат) — независимый от статьи источник информации, который позволяет российским и зарубежным специалистам сделать вывод о качестве и содержании статьи (аннотации должны быть информационными, оригинальными, содер-



жать основные результаты исследований, структурированными, компактными — укладываться в 200-250 слов) (на английском языке)

Ключевые слова (на русском языке)

Ключевые слова (на английском языке)

Текст статьи (на русском языке)

Текст статьи (на английском языке) – для авторов из-за рубежа

#### Библиографический список

(в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5–2008 и ГОСТ Р 7.0.7–2009) (на русском языке)

#### Библиографический список

(в соответствии с Методическими рекомендациями ВИНИТИ РАН) (комбинация англоязычной и транслированной частей русскоязычных ссылок)



Приложение 4

# Оформление библиографических ссылок (в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 и ГОСТ Р 7.0.7-2009)

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

#### Описание статьи из электронного журнала:

Гусев Б.В., Фаликман В.Р., Лайстнер Ш., Йошпа Б., Петушков А.В. Отраслевое технологические исследование «Развитие российского рынка нанотехнологических продуктов в строительной отрасли до 2020 года». Часть 2. Анализ мирового рынка // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». -2013.-T.5, № 2. -C.6-20. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild\_2\_2013.pdf (дата обращения: 31.05.2013).

C справочно: Том 1-2009 год; Том 2-2010 год; Том 3-2011 год; Том 4-2012 год; Том 5-2013 год; Том 6-2014 год; Том 7-2015 год; Том 8-2016 год и т.д.

#### Описание статьи из журналов:

Загуренко А.Г., Коротовских В.А., Колесников А.А., Тимонов А.В., Кар∂ымон Д.В. Технико-экономическая оптимизация дизайна гидроразрыва пласта // Нефтяное хозяйство. -2008. -№ 11. -C. 54-57.

#### Описание статьи из продолжающегося издания (сборника трудов):

Астахов М.В., Таганцев Т.В. Экспериментальное исследование прочности соединения «сталь-композит» // Труды МГТУ «Математическое моделирование сложных технических систем». -2006. -№ 593. -C. 125-130.

#### Описание статьи с DOI:

Дзанг З., Дзу Д. Экспериментальные исследования локализованной электрохимической микрообработки // Электрохимия. -2008. - Т. 44. - № 8. - С. 926–930. - doi: 10.1134/S1023193508080077



#### Описание материалов конференций:

Усманов Т.С., Гусманов А.А., Муллагин И.З., Мухаметшина Р.Ю., Червякова А.Н., Свешников А.В. Особенности разработки месторождения с помощью гидравлического разрыва пласта // Труды 6 Международного симпозиума «Новые ресурсосберегающие технологии недропользования и повышения нефтегазоотдачи». — Москва, 2007. — С. 267—272.

#### Описание книги (монографии, сборники):

 $\mathit{Линдорф}\ \mathit{Л.C.}$ ,  $\mathit{Мамикониантc}\ \mathit{Л.\Gamma}$ . Эксплуатация турбогенераторов с непосредственным охлаждением. – Москва: Изд. Энергия, 1972. –  $352\,\mathrm{c.}$ 

*Каневская Р.Д.* Математическое моделирование гидродинамических процессов разработки месторождений углеводородов. – Ижевск, 2002.

#### Описание переводной книги:

 $Tимошенко C.\Pi.$ , Янг Д.Х., Уэвер У. Колебания в инженерном деле. — 4-е изд. — Нью-Йорк: Уайли, 1974. — 521 с. (Рус. изд.:  $Tимошенко C.\Pi.$ , Янг Д.Х., Уэвер У. Колебания в инженерном деле. — Москва: Изд. Машиностроение, 1985. — 472 с.).

Брукинг А., Джонс П., Кокс Ф. Экспертные системы. Принципы работы и примеры. – Чапман и Холл, 1984. – 231 с. (Рус. изд..: Брукинг А., Джонс П., Кокс Ф. Экспертные системы. Принципы работы и примеры. – Москва: Изд. Радио и связь, 1987. - 224 с.).

#### Описание Интернет-ресурса:

Стиль АРА (2011) [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

http://www.apastyle.org/apa-style-help.aspx

(дата обращения: 5.02.13).

Правила цитирования источников [Электронный ресурс]. –

Режим доступа: http://www.scribd.com/doc/1034528/

(дата обращения: 7.02.13)



#### Описание диссертации или автореферата диссертации:

Семенов В.И. Математическое моделирование плазмы в системе «Компактный тор»: дис. ... д-ра физико-математич. наук. — Москва, 2003. - 272 с.

#### Описание ГОСТа:

ГОСТ 8.586.5—2005. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Методика выполнения измерений. — Москва: Изд. Стандартинформ, 2007. — 10 с.

#### Описание патента:

 $\Pi$ алкин М.В. Способ ориентирования по крену летательного аппарата с оптической головкой самонаведения // Патент РФ № 2280590. — 2006.

#### Описание неопубликованного документа:

Генератор давления GD-2M. Описание технических характеристик и руководство пользователя. — Загорск: Издательство НИИ Прикладной Химии, 1975. — 15 с. (не опубликовано).



# On the observance of publishing ethics by the editors of electronic edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» and the statement of prevarication absence

#### **General statements**

These are the principle ethical regulations which are observed by the editors of electronic edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal»:

- 1. No plagiarism is allowed. That concerns the case when the author submits published or unpublished paper by other authors under his name as well as the case when the author misappropriates one's ideas. If the author uses the fragments borrowed from other sources in his paper, he should make a reference to these sources. The examples of the references are given in the section «For the authors».
- 2. The editors publish the papers of the authors from all countries and of all nationalities who deal with the problem determined by the editorial policy.
- 3. The editors don't cooperate with the authors who have ever been caught in plagiarism in his papers submitted to the electronic edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» or other editions if this fact will be revealed.
- 4. The editors use software to reveal plagiarism related to the papers available in Internet.
- **5.** The editors will be grateful to the readers for any information concerning revealed elements of plagiarism and breaking of ethical rules by the authors. This information will be published in the edition.
- **6.** The editors undertake obligations not to publish papers appealing for terrorism and containing xenophobia and offences of other authors or citizenry.
- 7. At least three experts from the editorial council, the editorial board or outside experts are engaged into review of each paper.
- 8. Among the requirements to be met by the reviewers there is plagiarism elements disclosure. The reviewers' duties are given in the section «For the reviewers».



- **9.** Unreviewed papers or editorial materials are marked by proper references.
- 10. More detailed information on the observance of publishing ethics and the rules of material review are contained in the international standards, the laws of the Russian Federation, professional codes, instructions.

These are some of these documents: International Standards of Committe on Publication Ethics, Reviewer guidelines by Elsevier, the law of the RF «On the means of mass information», the law of the RF «On the advertisement», the code of the professional journalist ethics, the code of ethics of scientific publications etc.

#### For the editor-in-chief

Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» is responsible for making a decision which of submitted papers are to be published in the journal. This decision always must be based on the examination of paper reliability and its importance for scientists and readers. The editor-in-chief may be guided by methodical recommendation elaborated by the editorial council and the editorial board of the journal. He also may take into account legal requirements, such as exclusion of libel, infringement of copyright and plagiarism. When making decision on the publication, the editor-in-chief may consult with the members of editorial council, editorial board or reviewers.

**Justice.** The editor-in-chief evaluates submitted papers by the intellectual content, regardless of the race, sex, sexual preference, religion, ethnic origins, citizenship and political views of the author.

Confidentiality. The editor-in-chief, editorial staff, members of the editorial council must not disclose information on the submitted manuscript to the third person except for the author, reviewers, potential reviewers, the editorial council's consultants, and the publisher.

**Disclosure and Conflict of Interests.** The information contained in the submitted paper cannot be used in the paper of the editor-in-chief, members of the editorial council or editorial board without author's written permission. Confidential information or ideas obtained during review must be kept in secret and must not be used for self-profit.



The editor-in-chief should not review the paper if there is a conflict of the interests evolving from competition, cooperation or other relations with someone from the authors, companies and organizations which are related to the paper.

The editor-in-chief should ask all authors to present information on the certain competitive interests and publish corrections if the conflict of the interests has been revealed after the publication. If necessary another appropriate action such as publication of disproof or expression of a concern can be performed.

**Examination of complaints of ethnic character.** The editor-in-chief should take reasoned and prompt measures if he gets complaints of ethnic character in respect to the submitted manuscript or issued paper, contacting with the editors and publisher.

#### For the reviewers

Review assists to the editor-in-chief to take decisions on the publication of the paper, and through the connection between the editors and the author it is possible to help author to improve his paper. The editors of electronic edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» appoint reviewers from the members of the editorial council, editorial board or engage outside experts. Review is aimed at evaluation of scientific importance and novelty of the submitted manuscript. The authors of the submitted manuscripts recognize expediency and necessity of the review. Having agreed to do review, the future reviewer undertakes the following obligations.

**Promptness.** The persons addressed by the members of the editorial staff through the editor-in-chief in respect to the review of scientific papers, have ethical obligations concerning the efficiency of review. If it is not possible to present the review within the given period, one must inform the editor-in-chief about that and new reviewer is appointed.

Confidentiality. Each manuscript submitted to the review is to be reviewed as a confidential document. It is not to be examined and discussed with the third persons, except for those appointed by the editor-in-chief.



**Neutrality.** The reviews must be done impartially. No personal accusations for the author are allowed. The reviewer should express his point of view in a clear and reasoned way.

The reference evaluation. The fact that there are no references in the manuscript should be marked and considered by the reviewer. If the manuscript partially of completely coincides with the publications known by the reviewer and the references to these publications are absent, that must be pointed out by the reviewer. The examples of the bibliographic references are given in the section «For the authors».

**Plagiarism disclosure.** In the case of suspicion of paper duplication or plagiarism the reviewer should point out this fact in his review.

**Ethical rules.** Confidential information and ideas of reviewed paper must not be disclosed. Materials of the reviewed paper must not be used for reviewer's self-profit. The reviewer follows the rule according to which he doesn't use ideas and statements obtained from the reviewed paper in his own work and publications without written permission of the author.

The reviewer should not review the paper if there is a conflict of the interests evolving from competition, cooperation or other relations with someone from the authors, companies and organizations which are related to the paper.

#### For the authors

#### 1. The authors submit to the editors:

- electronic manuscript (by email info@nanobuild.ru) performed according to the paper format guidelines for text and graphical materials given in Appendix 1. The topics of published materials must correspond to the topics stated by the editors of the electronic edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» in Appendix 2. The format of submitted papers must be done according to the structure given in Appendix 3.
- accompanying letter (the editors send the sample of the letter to the authors on demand).



2. The paper should reflect the results of original research and its relation to the previous research performed by the author himself or other scientists. The relation to other research can be presented directly in the body of the paper as well as in the form of the references to the previous sources. If the author uses the material from other publications, the paper must contain the references to these materials. The references follow the body of the paper. The examples of the references are given in **Appendix 4**.

When writing a paper, one should follow the principles of professional ethics, be competent, objective and answerable.

- 3. The editors, the editorial council or the editorial board may ask the authors to present all firstprimary sources and materials relating to the submitted paper. Materials must be kept for 1 year after the paper has been published.
- 4. Every paper published in the journal is peer-reviewed to confirm its originality and correspondence to paper format guidelines. The use of other scientists' results and thoughts must be done in a proper form. No plagiarism is allowed. The authors must confirm the fact that the paper is published for the first time or they ask to publish it for the second time.
- 5. The information obtained in informal way, for example, in private discussion or correspondence, cannot be presented in the paper without written permission of the source of information. The information which source is a private activity, in particularly, reviewing of manuscripts or grant applications, cannot be used in the paper without written permission of the authors.
- 6. Republication of the paper on the editorial council's (or editorial council's) own initiative is made in agreement with the authors, editors and holder of the intellectual property right on the paper. In the case of the paper republication the publisher is to make a statement on that.

To submit a paper with co-authors is possible if all persons indicated as co-authors made their contribution to development of the concept, design, performance or interpretation of the described research.

If the contribution of a person who cooperated on the research described in the paper is not enough significant to regard him as a co-author, he should be acknowledged in the paper.

The paper publication for post-graduates is free of charge.



- 7. The contact author must provide reading and approval of the final version of the paper by all co-authors, as well as their approval to the publication.
- 8. In the case of conflict of interests including potential one the author or co-authors must inform the editors as soon as possible. When a principle mistake or inaccuracies have been revealed in the issued paper by the author himself, he must urgently inform the executive editor and render editor-in-chief efficient assistance to publish disproof or correction. If the editor-in-chief gets the information on the serious mistake contained in the paper from the third person, the author must present urgent disproof of that at the same time producing proofs of his rightfulness to the executive editor (or to the editor-in-chief) and provide necessary changes.
- **9.** The authors should be aware of the fact that the editors, the editorial council and the editorial board of the electronic edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» take the responsibility for the assistance to scientific community to observe all aspects of publishing ethics, particularly in the cases of paper duplication or plagiarism.
- 10. The authors of the published materials are responsible for the reliability of the given information and the use of the data which are not to be issued in public. The editors have the right to make corrections. The editors' opinion can be different from the authors' opinion; the materials are published to discuss the problems of current importance. The editors are not responsible for any information contained in advertisement.
- 11. Having reviewed the submitted materials, the editors notify the authors of their decision by email. If the paper has been rejected, the editors send reasoned refusal to the author.
- 12. Any full of partial reprinting of the materials is allowed only by the written permission of the editors.

Dear authors, we kindly ask you to adhere strictly to format guidelines when formatting your paper.



#### Appendix 1

# The paper format guidelines

The papers are submitted by email (info@nanobuild.ru) and formatted in the following way.

#### 1. The body of the paper

- The number of pages in the paper more than 3 but less than 10 pages in A4 format.
- Margins: left and right -2 cm, bottom and upper -2.5 cm.
- The body of the paper is performed in Word.
- The font of the body Times New Roman.
- The font size of the text is 14 pt, the factor of line-to-line spacing 1,15.
- To keep the style uniform, don't use font effects (italics, underlined etc).
- Indention -1 cm.
- Complex formulas are performed by the means of MS Equation 3.0. contained in WinWord.
- Formulas are placed in the center of the column (page) without indention, their numbers are given in round brackets and are placed in the column (page) with right justification. If there is only one formula in the paper, it is not numbered. Above and at the bottom of the text formulas are not separated by additional space.
- To make the reference to the formula in the text use round brackets (1), to make reference to the bibliographical source use square brackets [1].
- The size of the references is 12 pt.



#### 2. Graphical design of the paper

- Illustrations are stored in vector format in Corel Draw 11.0 or in any other design applications of MS Office 97, 98 or 2000.
- After the first mentioning of the diagrams, pictures and photos in the text, they are inserted in the form which is suitable for the authors.
- The legends (12 pt, normal) are placed under the figures in the center after reduced word Fig. and number (12 pt, bold) of the figure. If there is only one figure, it is not numbered.
- Between the legend and the following text one line-to-line spacing.
- All pictures and photos must be contrast and the resolution of the pictures and photos must be no less than 300 dpi. Illustrations are desirable to be coloured.
- The lines of the diagrams must not be thin (the line width no less than 0.2 mm).
- Copies and figures scanned from the books and journals of a low quality and resolution are not accepted.
- The word Table and the number of the table are placed with right justification. The heading of table is on the next line (center adjustment without indention). Between table and the text one line-to-line spacing. If there is only one table, it is not numbered.

#### 3. The format of the modules

- Modules must be contrast and the resolution of the modules must be no less than 300 dpi (format .jpg).
- The size of the modules, mm:
  - 1/1 170 (width) x 230 (height);
  - 1/2 170 (width) x 115 (height).



#### Appendix 2

# **The Topics of Published Materials**

- Nanostructured systems strength and penetrability formation theory development.
- Mathematical quantum and other types of models for nanomaterials characteristic research.
- The problems of nanomaterials and nanotechnologies implementation in construction and building materials.
- Technological principles of nanostructures creation (liquid melts, sol and gel synthesis).
- Creation of new functional materials in construction.
- Development of transition principles «disorder-order» when creating composites with the use of synergetic and other approaches.
- Study of different technological principles when creating nanosystems in industrial production.
- · Diagnostics of building systems nanostructures and nanomaterials.
- The problems of obtaining of high-density and high-durability building materials (concretes, ceramics etc.).
- Technologies of mineral particles grinding to nanodimensional levels.
- Technology of blending mixtures with nanodispersed particles and methods to activate them.
- Hydrodynamic methods and other methods of aqueous suspensions and solutions activation.
- Modification of aqueous solution of different nanodimensional additives used in construction.
- Research in the area of powder nanomaterials toxicity.
- Metal reinforcement modified by nanodimensional materials in production process.
- Carbonic, basalt and aramid fibers and other types of fibers of small diameters with nanodimensional structural characteristics.
- Cement and other binders with mineral and organic additives.
- · Concretes and solutions modified by nanodimensional additives.



- Mineral particles suspensions used for laques, paints as well as for modifiers for concretes and solutions; properties, fabrication method and durability.
- Organic materials dispersions used in laques and paints production as well as to manufacture additives for concretes and solutions; activation methods and durability of these dispersions.
- Use of nanopowder of different nature to modify building materials properties.
- New characteristics of building materials based on nanosystems.
- Modification of building materials with nanofibers.
- Disperse composite materials with nanocoating.
- Formation of nanostructure coatings by means of laser sputtering.
- Development of the methods aimed at studying materials nanostructure on the basis of disperse systems, including studying of vacuum nanoobjects in porous systems.
- Technologies aimed at studying nanomaterial properties.
- The systems of teaching the fundamentals of nanotechnologies.

The topics can be different, directly or indirectly related to the areas mentioned above.



Appendix 3

# The structure of the paper

**UDC** 

#### Author(s):

Place of employment for each author (university (institute), enterprise or other companies, city, country), position, academic degree, academic status (In Russian) postal address and email of each author (In Russian)

#### Author(s):

Place of employment for each author (university (institute), enterprise or other companies, city, country), position, academic degree, academic status (In Russian) postal address and email of each author (In Russian)

Title (In Russian)

Title (In English)

**Extended Abstract** – the source of information, which is independent on the paper and which allows Russian and foreign specialists to make conclusion about the quality of the content of the paper (extended abstracts must be informative, original, contain main results of research, structured, compact – 200-250 words) (In Russian)

Extended Abstract – the source of information, which is independent on the paper and which allows Russian and foreign specialists to make conclusion about the quality of the content of the paper (extended abstracts must be informative, original, contain main results of research, structured, compact – 200–250 words) (In Russian)



Key words (In Russian)

Key words (In English)

Text of the paper (In Russian)

Text of the paper (In English) – for foreign authors

#### References

according to GOST R 7.0.5-2008 and GOST R 7.0.7-2009 (In Russian)

#### References

according to Template of VINITI RAN
(the combination of English and translated parts of the Russian links)



Appendix 4

# Reference Formats (according to guidelines of VINITI RAN)

References are given after the text of the paper. The references in the list must be numbered.

#### **Description of a Paper from Electronic Journal:**

Gusev B.V., Falikman V.R., Leistner S., Yoshpa B., Petushkov A.V. Industrial technological research «Development of Russian market of nanotechnological products in construction until 2020». Part 2. Analysis of the world market. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow. CNT «NanoStroitelstvo». 2013, Vol. 5, no. 2, pp. 6–20. Available at: http://www.nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild\_2\_2013. pdf (Accessed 31 May 2013). (In Russian).

*Note:* Volume 1-2009; Volume 2-2010; Volume 3-2011; Volume 4-2012; Volume 5-2013; Volume 6-2014; Volume 7-2015; Volume 8-2016 etc.

#### Description of a Paper from Journal:

Zagurenko A.G., Korotovskikh V.A., Kolesnikov A.A., Timonov A.V., Kardymon D.V. Technical and economic optimization of hydrofracturing design. Neftyanoe khozyaistvo – Oil Industry, 2008, no. 11, pp. 54–57. (In Russian).

### Description of a Paper from Ongoing Edition (Proceedings):

Astakhov M.V., Tagantsev T.V. Eksperimental'noe issledovanie prochnosti soedinenii «stal'-kompozit» [Experimental study of the strength of joints «steel-composite»]. Trudy MGTU «Matematicheskoe modelirovanie slozhnykh tekhnicheskikh sistem» [Proc. of the Bauman MSTU «Mathematical Modeling of Complex Technical Systems»], 2006, no. 593, pp. 125–130.



#### **Description of a Paper with DOI:**

Zhang Z., Zhu D. Experimental research on the localized electrochemical micromachining. Russian Journal of Electrochemistry, 2008, vol. 44, no. 8, pp. 926–930. doi: 10.1134/S1023193508080077.

#### **Description of Conference Proceedings:**

Usmanov T.S., Gusmanov A.A., Mullagalin I.Z., Muhametshina R.Ju., Chervyakova A.N., Sveshnikov A.V. Features of the design of field development with the use of hydraulic fracturing. Trudy 6 Mezhdunarodnogo Simpoziuma «Novye resursosberegayushchie tekhnologii nedropol'zovaniya i povysheniya neftegazootdachi» [Proc. 6th Int. Symp. «New energy saving subsoil technologies and the increasing of the oil and gas impact»]. Moscow, 2007, pp. 267–272. (In Russian).

#### Description of Book (Monograph, Collection):

Lindorf L.S., Mamikoniants L.G., eds. Ekspluatatsiia turbogeneratorov s neposredstvennym okhlazhdeniem [Operation of turbine generators with direct cooling]. Moscow, Energiia Publ., 1972, 352 p. (In Russian).

Kanevskaya R.D. Matematicheskoe modelirovanie gidrodinamicheskikh protsessov razrabotki mestorozhdenii uglevodorodov [Mathematical modeling of hydrodynamic processes of hydrocarbon deposit development]. Izhevsk, 2002. 140 p.

#### **Description of Translated Book:**

Timoshenko S.P., Young D.H., Weaver W. Vibration problems in engineering. 4th ed. New York, Wiley, 1974. 521 p. (Russ. ed.: Timoshenko S.P., Iang D.Kh., Uiver U. Kolebaniia v inzhenernom dele. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1985. 472 p.).

Brooking A., Jones P., Cox F. Expert systems. Principles and case studies. Chapman and Hall, 1984. 231 p. (Russ. ed.: Bruking A., Dzhons P., Koks F. Ekspertnye sistemy. Printsipyraboty i primery. Moscow, Radio i sviaz' Publ., 1987. 224 p.).



#### **Description of Internet Source:**

APA Style (2011). Available at: http://www.apastyle.org/apastyle-help.aspx (accessed 5 February 2013).

Pravila Tsitirovaniya Istochnikov (Rules for the Citing of Sources) Available at:

http://www.scribd.com/doc/1034528/ (accessed 7 February 2013).

#### **Description of Thesis or Abstract of Thesis:**

Semenov V.I. Matematicheskoe modelirovanie plazmy v sisteme kompaktnyi tor. Dokt, Diss. [Mathematical modeling of the plasma in the compact torus. Doct. Diss.]. Moscow, 2003. 272 p.

#### **Description of State Standard (GOST):**

State Standard 8.586.5–2005. Method of measurement. Measurement of flow rate and volume of liquids and gases by means of orifice devices. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 10 p. (In Russian).

#### **Description of Patent:**

*Palkin M.V.* Sposob orientirovaniia po krenu letatel'nogo apparata s opticheskoi golovkoi samonavedeniia [The way to orient on the roll of aircraft with optical homing head]. Patent RF, no. 2280590, 2006.

### **Description of Unpublished Document:**

Pressure generator GD-2M. Technical description and user manual. Zagorsk, Res. Inst. of Appl. Chem. Publ., 1975. 15 p. (In Russian, unpublished).