



В HOMEPЕ:

IN THE ISSUE:

- **Р**езультаты экспериментальных исследований по наномодифицированию мелкозернистого бетона углеродными нанотрубками
- **R**esults of experimental researches on nanomodification of fine-grained concrete with carbon nanotubes
- **О**бзор методов повышения показателей эксплуатационных свойств композиционных материалов с эпоксидной матрицей
- **R**eview of the methods increasing the operational characteristics of composite materials with epoxy matrix
- **Р**езультаты исследований слоевой структуры межфазных областей в полимерных микро- и нанокомпозитах
- **R**esults of researches dealing with layered structure of interfacial regions in polymer micro- and nanocomposites.

С Днем строителя, дорогие друзья!

**Благополучия вашим семьям, процветания вашим компаниям,
надежных партнеров, выгодных заказов, бодрости, здоровья
и многих лет плодотворной работы!**

Dear friends, congratulations on the Builder Day!

**We wish wellbeing to your families, prosperity to your companies,
reliable partners, beneficial contracts, cheerfulness, health
and many years of fruitful work!**

www.nanobuild.ru

e-mail: info@nanobuild.ru

из НАНО строится ГИГАуспех

Nanobuild.ru

GIGAsuccess is built from NANO



Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал

Nanotechnologies in construction: a scientific Internet-journal

Научно-техническая поддержка
Российская инженерная академия

Scientific and technical support
Russian Engineering Academy

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

EDITORIAL COUNCIL

Председатель редакционного совета

Chairman of the editorial council

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

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

Члены редакционного совета

Members of the editorial council

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

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

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

KALIUZHNIY Sergei Vladimirovich – Director of Scientific and technical commission of experts, board member of RUSNANO plc, Doctor of Chemistry, Professor

КОРОЛЁВ Евгений Валерьевич – директор НОЦ «Нанотехнологии» Национального исследовательского университета «Московский государственный строительный университет», советник РААСН, доктор технических наук, профессор

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

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

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

ЛЕОНТЬЕВ Леопольд Игоревич –
член президиума РАН, академик РАН

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Председатель редакционной коллегии

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

EDITORIAL BOARD

Chairman of the editorial board

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

Члены редакционной коллегии

БАЖЕНОВ Юрий Михайлович — научный руководитель НОЦ «Нанотехнологии» Национального исследовательского университета «Московский государственный строительный университет», академик РИА, академик РААСН, доктор технических наук, профессор

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

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

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

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

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

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

Members of the editorial board

BAZHENOV Yury Mikhailovich — scientific adviser of the Research and Educational Center «Nanotechnology», National Research University «Moscow State University of Civil Engineering», Member of REA, Academician of RAACS, Doctor of Engineering, Professor

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

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

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

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

Ефим Басин: Дорогие коллеги! От имени Национального объединения строителей и от себя лично поздравляю вас с замечательным праздником – Днем строителя!	6
1 августа состоялась церемония награждения победителей первого этапа конкурса «Строймастер-2012» по Москве «Московские мастера»	8
Ткачёв А.Г., Михалёва З.А., Попов А.И., Толчков Ю.Н., Панина Т.И. Исследование влияния модифицирующих добавок на основе гелеобразных дисперсий углеродных наноматериалов на свойства строительных композитов	15
IV Международная научно-практическая online-конференция «Применение нанотехнологий в строительстве (20–21 сентября 2012 г.)	24
Козлов Г.В., Яновский Ю.Г., Яхьяева Х.Ш., Магомедов Г.М. Слоевая структура межфазных областей в полимерных композитах и нанокompозитах	28
Эксперт РА: налаживание связей с инновационным сообществом – ключевое условие конкурентоспособности госкорпораций	37
Руководство по созданию и развитию инновационных центров (технологии и закономерности). Часть II	40
Смирнов В.А., Королев Е.В. Наномодифицированные эпоксидные композиты	61
Современные технологии и технические решения, способные обеспечить повышение энергоэффективности	70
SibBuild – 2013: четыре выставки в одной	73
Кузьмина В.П. Способы введения нанодобавок и механизмы их воздействия на строительные материалы	75
О наращивании интеллектуального капитала и его защите путем патентования	84
Ивасышин Г.С. Квантовый путь в новую эру измерения энтропии. Приложения квантовой механики. Часть I	85
Перечень требований к оформлению материалов и условия представления статей	102

NANOTECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION: A SCIENTIFIC INTERNET-JOURNAL

NANOTEHNOLOGII V STROITEL'STVE: NAUCHNYJ INTERNET-ZHURNAL

CONTENTS

Efim Basin: Dear colleagues! On behalf of National Association of Builders and on myself personally I congratulate you on the wonderful holiday – Builder Day!	6
The winners of the first stage of «Stroymaster-2012» competition in Moscow – «Moscow Masters» – were awarded on the 1st August	8
Tkachev A.G., Mikhaleva Z.A., Popov A.I., Tolchkov Y.N., Panina T.I. Investigation of the effect of modifying additives based on the gel dispersion of carbon nanomaterials on the properties of building composites	15
The IV International Theoretical and Practical Online-Conference «Application of Nanotechnologies in Construction Industry» (20–21 September 2012)	24
Kozlov G.V., Yanovskiy Y.G., Yakhyaeva K.S., Magomedov G.M. The layered structure of interfacial regions in polymer composites and nanocomposites	28
Expert of RA: establishing of ties with innovative community – the key condition for competitive state corporations	37
Guidelines on establishment and development of innovation centers (technologies and regularities). Part II	40
Smirnov V.A., Korolev E.V. Nanomodified epoxy composites	61
Modern technologies and solutions which are able to increase energy efficiency	70
SibBuild – 2013: Four Exhibitions in a One	73
Kuzmina V.P. The ways of nanoadditives introduction and mechanisms of their influence on building materials	75
On the build-up of intellectual capital and its protection by means of patenting	84
Ivasyshin H.S. Quantum way to the new era of entropy measurements. Applications of quantum mechanics. Part I	85
The list of requirements to the material presentation and article publication conditions	102

Дорогие коллеги!
От имени Национального объединения строителей
и от себя лично поздравляю вас
с замечательным праздником — Днем строителя!

Dear colleagues!
I congratulate you on the wonderful holiday —
Day of Builder!



Наш прошлогодний юбилейный праздник был ознаменован вводом в строй последней очереди Комплекса защитных сооружений в Финском заливе — уникального объекта, строительство которого затянулось на годы и, наконец, закончено. В этом году мы с вами сдали и сдаем в строй мост на остров Русский, учебные и жилые корпуса Дальневосточного университета, спортивные арены в Олимпийском парке в Сочи, уникальный Детский онкоцентр в Москве, автомобильные заводы в Калужской области, сотни километров дорог, сотни тысяч квартир и домов, объекты энергетики, новые производства, деловые и торговые центры, школы, больницы, детские сады. Мобильная связь, цифровое телевидение и интернет приходят туда, где до недавнего времени об этом не могли и мечтать. Все это — ваша заслуга!

Однако успокаиваться рано — вступление России во Всемирную торговую организацию откроет дорогу на наш рынок не только передовым зарубежным технологиям и материалам, но и иностранным компаниям. В этой ситуации мы должны будем ежедневно доказывать, что умеем строить лучше, быстрее и качественнее, чем наши конкуренты. Только в этом — залог стабильной работы наших компаний.

Но главное, о чем мы должны помнить постоянно, это забота о жизни и здоровье наших строителей. Долгое время мы по остаточному принципу занимались охраной труда и техникой безопасности на стройках. Теперь цена этому – сотни жизней строителей ежегодно. Так больше продолжаться не может. Каждый руководитель должен ощущать личную ответственность за каждого своего рабочего, каждого крановщика, мастера и монтажника. И обязательно учить их работать – высокая квалификация работника не позволит ему нарушать требования безопасности, заставит соблюдать технологические процессы, сохранить жизнь и себе, и своим коллегам.

Я желаю, дорогие коллеги, в этот праздничный день благополучия вашим семьям, процветания вашим компаниям, надежных партнеров, выгодных заказов, бодрости, здоровья и многих лет плодотворной работы на благо нашей России!

*Президент Национального
Объединения строителей
Ефим Басин*

1 августа состоялась церемония награждения победителей первого этапа конкурса «Строймастер-2012»...

1 АВГУСТА СОСТОЯЛАСЬ ЦЕРЕМОНИЯ НАГРАЖДЕНИЯ ПОБЕДИТЕЛЕЙ ПЕРВОГО ЭТАПА КОНКУРСА «СТРОЙМАСТЕР-2012» ПО МОСКВЕ «МОСКОВСКИЕ МАСТЕРА»

THE WINNERS OF THE FIRST STAGE OF «STROYMASTER-2012» COMPETITION IN MOSCOW – «MOSCOW MASTERS» – WERE AWARDED ON THE 1ST AUGUST

1 августа 2012 года в здании Правительства Москвы на Новом Арбате состоялась торжественная церемония награждения победителей первого этапа Национального конкурса российских строителей «Строймастер-2012» по городу Москве «Московские мастера», организованная Национальным объединением строителей совместно с Правительством города.

Торжество прошло накануне Дня строителя, став достойным итогом профессиональных состязаний «Московские мастера», которые по праву считаются жемчужиной регионального этапа «Строймастера» и уже 15-й год проводятся под патронажем столичных властей и Московского городского комитета профсоюза строителей.

Столь высокий статус церемонии обусловлен тем, что ее организаторами выступили Национальное объединение строителей и Правительство Москвы, а в качестве соорганизатора – один из активных участников движения по проведению и организации



1 августа состоялась церемония награждения победителей первого этапа конкурса «Строймастер-2012»...



конкурсов профмастерства – Ассоциация СРО «Единство», возглавляемая членом Совета НОСТРОЙ **Михаилом Воловиком**. Ход мероприятия освещали представители прессы из нескольких десятков отраслевых изданий, а также 3 московских телеканала.

Церемония прошла при мощной поддержке спонсоров и деловых партнеров конкурса, в числе

которых: генеральный спонсор – страховая компания «Британский страховой Дом», официальные – КБ «Монолит» и «ТрансКапитал-Банк», спонсоры-участники – образовательное учреждение «Строй Защита», компания «ЯмалТрансСтрой» и КБ «Металлург».

В большом конференц-зале здания Правительства Москвы собралось более 500 гостей, в их числе: вице-президент Национального объединения строителей, председатель Комитета по профессиональному образованию НОСТРОЙ, Почетный строитель России **Александр Ишин**, советник руководителя Департамента градостроительной политики Правительства Москвы **Сергей Омельченко**, вице-президент Национального объединения строителей, президент СРО НП «Союзатомстрой» **Виктор Опекунов**, координатор НОСТРОЙ по г. Москве, председатель Правления «Объединение профессиональных строителей «РусСтрой» **Николай Маркин**, член Совета Национального объединения строителей, председатель Комитета по развитию системы подготовки рабочих кадров НОСТРОЙ, президент Ассоциации СРО «Единство», Почетный строитель России **Михаил Воловик**, председатель Московского городского комитета профсоюза строителей **Валерий Лаптев**, вице-президент НП СРО «Межрегиональная гильдия строителей», вице-президент «Национального центра профессиональных стандартов» **Иван Давыдов**, генеральный директор страховой компании «Британский страховой Дом» **Петр Науменко**, а также другие представители организаторов, спонсоров и деловых партнеров конкурса, руководители профильных СРО, главы крупнейших строительных компаний города, авторитетных общественных организаций и участники всех этапов конкурса.

1 августа состоялась церемония награждения победителей первого этапа конкурса «Строймастер-2012»...



Церемония началась с эффектного выступления военного духового оркестра и выхода юных барабанщиц. Открыл мероприятие представитель организатора конкурса «Строймастер» – вице-президент Национального объединения строителей **Александр Ишин**, зачитавший приветственный адрес от президента НОСТРОЙ **Ефима Басина**, в котором глава объединения, в частности, определяет главную цель конкурса как «широкое освещение достижений российских строителей, повышение престижа трудовых профессий и возрождение лучших традиций качества строительных работ», а главную задачу как «выход на международный уровень качества, освоение новых технологий и модернизацию строительной отрасли». Подводя итоги первого этапа соревнований и говоря о «Строймастере» в целом, **Александр Ишин** отметил, что за три года существования конкурс приобрел поистине «массовое и всероссийское значение».

Замечательная 15-летняя история конкурса «Московские мастера» позволила ему по праву занять особое место среди столичных соревнований профессионального мастерства. Обращаясь к присутствующим, советник руководителя Департамента градостроительной политики Правительства г. Москвы **Сергей Омельченко** начал свою речь цитатой из стихотворения Р.И. Рождественского:

«Мир стареет в былых надеждах,
Но сегодня, как и вчера –
На плечах эту землю держат
и несут на себе мастера!»

1 августа состоялась церемония награждения победителей первого этапа конкурса «Строймастер-2012»...



После чего он поздравил с победой лауреатов от всего столичного стройкомплекса, выразив уверенность в успехе дальнейшего развития строительного дела и пожелав всем самого наилучшего в канун наступления профессионального праздника.

Речь координатора НОСТРОЙ по г. Москва **Николая Маркина** отличалась особой теплотой и душевностью. С большим уважением он обратился со сцены к участникам конкурса: «Господа рабочие, господа специалисты строительной отрасли...», поблагодарив их за нелегкий труд и самоотверженность. Один из главных акцентов в своем выступлении **Маркин** сделал на преемственности поколений в дальнейшем развитии и расширении «Строймастера».

В этом году организаторы конкурса особым вниманием отметили две номинации – «Инженер по охране труда» и «Ветеран строительной отрасли». Именно в 2012 году по инициативе председателя Московского городского комитета профсоюза строителей **Валерия Лаптева** впервые состоялись очные соревнования за звание «Лучшего инженера по охране труда города Москвы». Разумеется, почетная миссия по вручению наград лауреатам в этой номинации была доверена инициатору идеи. Перед объявлением победителей **Валерий Лаптев** отметил, что «Строймастер» и «Московские мастера», в частности, отличная площадка для демонстрации достижений специалистов и профессионалов: «Рабочий человек свое мастерство, свое искусство хочет показать, показать в бригаде, в коллективе, показать сообществу, Москве, России», – подчеркнул **Валерий Лаврентьевич**.

После приветствия выступившие разрезали красную ленту, открыв церемонию по вручению наград, включавших в том числе учрежденные

1 августа состоялась церемония награждения победителей первого этапа конкурса «Строймастер-2012»...



спонсорами конкурса денежные премии в размере 30 тысяч рублей. Один за другим на сцену поднялись 24 лауреата из 20 строительных организаций, представляющих более 10 столичных СРО.

Общее внимание собравшихся и прессы было по праву приковано именно к ним, главным виновникам торжества, определенным в этом году по 16 номинациям. Уже осенью призеров церемонии ожидает второй этап конкурса, на котором им предстоит продолжить борьбу за титул лучшего в своем деле.

Победители очных соревнований получают возможность выйти на самый высокий уровень и принять участие во Всероссийском конкурсе профессионального мастерства «Лучший по профессии», учрежденном в декабре 2011 года Правительством РФ и проходящем во многих отраслях и по всем федеральным округам страны. Размеры денежных премий лауреатам правительственных соревнований составят: за I место – 300 000 рублей, за II место – 200 000 рублей и за III место – 100 000 рублей.

Следует отметить, что с момента своего основания Национальный конкурс российских строителей «Строймастер» стал неотъемлемой частью стройкомплекса. Направленность на возрождение традиций отечественной строительной отрасли позволила конкурсу встать у руля профессионального движения и объединить под своими знаменами значительную часть российских регионов, а Москва, в свою очередь, задавала нужный тон и темп, став ориентиром для остальных округов по данному направлению. В 2012 году соревнования приобрели новую форму, изменилась также схема их проведения. Помимо многоуровневой системы, включающей уровни строительных органи-

1 августа состоялась церемония награждения победителей первого этапа конкурса «Строймастер-2012»...



заций, региональный, федеральный и национальный этапы, география конкурса расширилась за счет участия Финляндии, которая станет принимающей стороной международного этапа «Строймастера». Кроме того, значительно выросло количество участников: только по Москве в первом этапе их было свыше 1500 из более чем 800 строительных компаний.

В перерывах между блоками по номинациям публика наслаждалась военно-патриотическими композициями в исполнении музыкантов военного духового оркестра, выступлениями квартета «Богемская рапсодия» и романсами в блистательном исполнении оперного певца, лауреата международной премии «За вклад в искусство» Александра Юрцевича.

После награждения лауреатов конкурса для поздравления и вручения им дипломов были приглашены те, благодаря кому «Строймастер» с каждым годом набирает все больше оборотов и становится поистине народным и массовым – руководители самых активных СРО, принявших участие в состязаниях. В очередной раз на сцену – на этот раз уже для получения благодарности – поднялись руководители следующих СРО: «Центрстройэкспертиза-статус», «Объединение профессиональных строителей «РусСтрой», «Столичное Строительное объединение», «Межрегиональное объединение строителей», «Московский строительный союз», «Столица», «Межрегиональная Гильдия Строителей», «СОЮЗДОРСТРОЙ», «Отчий Дом «Сварог».

После завершения основной части церемонии победители конкурса, гости и организаторы продолжили обмен поздравлениями на изысканном праздничном фуршете. Профессиональная фотосессия участников

1 августа состоялась церемония награждения победителей первого этапа конкурса «Строймастер-2012»...



мероприятия и живое музыкальное сопровождение стали приятным дополнением к торжеству.

По окончании мероприятия в своем интервью журналистам 3 канала член Совета Национального объединения строителей, председатель Комитета по развитию системы подготовки рабочих кадров НОСТРОЙ, президент Ассоциации СРО «Единство», Почетный строитель России **Михаил Воловик** подробно рассказал о развитии новых тенденций и особой значимости отечественных конкурсов профмастерства. «Успех и масштабность конкурса, которые он приобрел в этом году, несомненно, стали возможны благодаря переходу отрасли на саморегулирование. Впервые в новейшей истории нашей страны воссоздана структура строительного комплекса России в современных экономических условиях. В эту структуру входят более 100 тысяч строительных компаний, которые в свою очередь состоят в 244-х строительных СРО, объединенных в Национальное объединение строителей», – отметил **Михаил Воловик**, еще раз поздравив лауреатов с победой и всех коллег с наступающим Днем строителя.

Видео церемонии награждения

<http://www.youtube.com/watch?v=4bmW800QKvE>

УДК 691.2

ТКАЧЁВ Алексей Григорьевич, д-р техн. наук, проф., зав. каф. «Техника и технологии производства нанопродуктов», Россия

МИХАЛЁВА Зоя Алексеевна, канд. техн. наук, доцент каф. «Техника и технологии производства нанопродуктов», Россия

ПОПОВ Андрей Иванович, канд. пед. наук, доцент каф. «Техника и технологии производства нанопродуктов», Россия

ТОЛЧКОВ Юрий Николаевич, магистр техники и технологии, аспирант, Россия

ПАНИНА Татьяна Ивановна, магистр техники и технологии, Россия

ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»

TKACHEV Alexey Grigorievich, Doctor of Engineering, Professor, Head of the Department «Technique and Technology of Nanoproducts Manufacture», Russian Federation

MIKHALEVA Zoya Alekseevna, Ph.D. in Engineering, Associate Professor of the Department «Technique and Technology of Nanoproducts Manufacture», Russian Federation

POPOV Andrey Ivanovich, Ph.D. in Pedagogics, Associate Professor of the Department «Technique and Technology of Nanoproducts Manufacture», Russian Federation

TOLCHKOV Yuri Nikolaevich, Master in Engineering and Technology, Graduate student, Russian Federation

PANINA Tatyana Ivanovna, Master in Engineering and Technology, Russian Federation
Tambov State Technical University

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА ОСНОВЕ ГЕЛЕОБРАЗНЫХ ДИСПЕРСИЙ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ НА СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF MODIFYING ADDITIVES BASED ON THE GEL DISPERSION OF CARBON NANOMATERIALS ON THE PROPERTIES OF BUILDING COMPOSITES

В работе представлены результаты экспериментальных исследований по наномодифицированию мелкозернистого бетона углеродными нанотрубками. Анализ результатов исследований показал эффективность использования углеродного наноматериала (УНМ) «Таунит», незначительные добавки которого обеспечивают улучшение целого комплекса свойств строительного композита.

The paper presents the results of the experimental studies on the nanomodification of fine concrete with carbon nanotubes. The analysis of the results showed the effectiveness of the use of carbon nanomaterial (CNM) «Taunit». Taken in small quantities as an additive, it improves the whole complex of properties of construction composite.

Ключевые слова: углеродные наноструктуры, модификатор, мелкозернистый бетон, физико-механические характеристики.

Key words: carbon nanostructures, modifier, fine-grained concrete, physical and mechanical properties.

Иnnовационное развитие экономики России предполагает ускоренное обновление основных фондов предприятий, строительство новых и реконструкцию существующих зданий и сооружений на основе использования высококачественных конструкционных материалов, обладающих повышенной прочностью, морозостойкостью, долговечностью, водонепроницаемостью и т.д. Разработка эффективных технологий получения таких материалов и организация их промышленного производства являются одними из приоритетных задач, стоящих перед научно-техническим комплексом отрасли стройматериалов [1]. С учетом того, что наиболее востребованные технологии получения бетонов подразумевают обязательное использование эффективных добавок, наиболее перспективной идеей является реализация принципов нанотехнологического управления структурой и свойствами различных композитов строительного назначения.

В настоящее время активно разрабатываются и находят практическое применение углеродные наноструктуры, обладающие высокой поверхностной энергией и мощным дисперсионным взаимодействием. Это открывает новые возможности для создания наноструктурированных строительных композитов с улучшенными функциональными характеристиками. Положительные результаты по модифицированию бетонов углеродными наноструктурами получены при использовании УНМ «Таунит», представляющими собой фуллереноподобные тубулирован-

ные связи и пучки углеродного наноструктурного материала среднего наружного диаметра порядка 40 нм, внутреннего – 5 нм, длиной около 2 мкм [2, 3]. Использование их в качестве модификатора позволяет в среднем повысить прочностные характеристики строительных материалов на 20%.

Целью исследований было создание полифункциональных модифицирующих добавок различной природы на основе углеродных трубок в виде устойчивых систем, которые бы обеспечили наибольшее положительное изменение физико-механических характеристик строительных композитов при их минимальном расходе. Для решения данной задачи необходимо добиться хорошего сопряжения между поверхностью УНМ и матрицей, что позволит обеспечить эффективную передачу нагрузки от материала к нанотрубке и, в конечном счете, приведет к повышению прочностных характеристик композита. При этом процесс развития структуры цементного камня следует рассматривать как создание совокупности динамических структур в виде комплекса, существование которого поддерживается за счёт определенных процессов синтеза и распада новообразований.

При использовании углеродных наноматериалов в качестве модифицирующих добавок важной задачей является создание такой формы модификатора, которая может быть практически реализована в производственной сфере без внесения дополнительных изменений в технологический процесс производства строительных материалов. В связи с этим необходимо подобрать форму модификатора максимально близкую по своей структуре и физическому состоянию к компонентам строительного композита.

При разработке модифицирующих добавок мы учитывали, что свойства порошковых материалов, суспензий и эмульсий во многом зависит от размера создающих их частиц. Предполагалось, что дополнительное измельчение агрегатов частиц УНМ «Таунит», имеющих основную весовую долю на начальном этапе в пределах 55–600 мкм, до размеров порядка 20–40 мкм может оказать положительный эффект вследствие появления дополнительных точек роста активности (частичное армирование, регулирование кристаллизационных процессов). В ходе эксперимента данная гипотеза не нашла подтверждения, напротив (рис. 1), размер агрегатов частиц УНМ без дополнительной обработки обеспечивает повышение прочности на изгиб на 22%, на сжатие – на 10%.

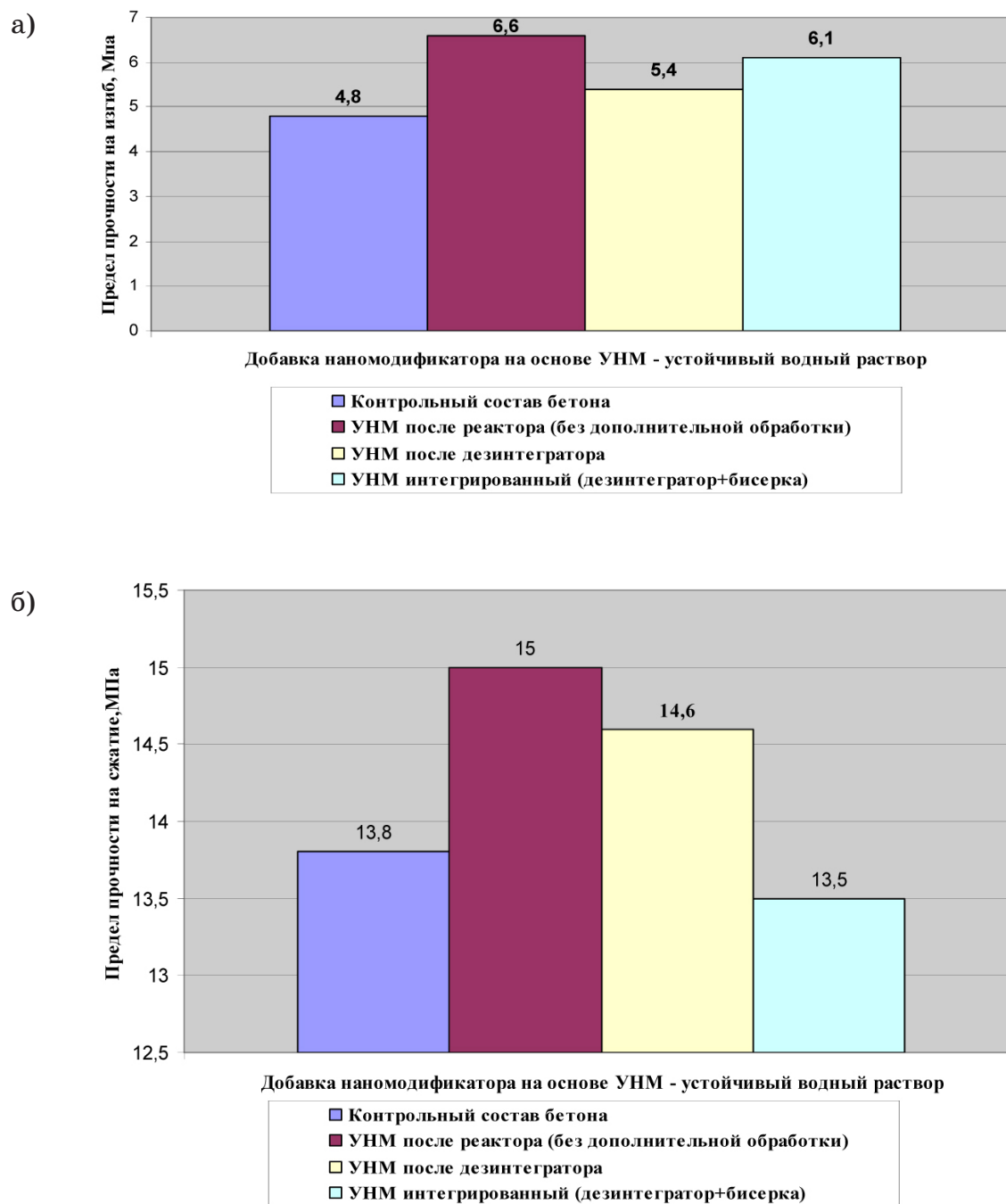


Рис. 1. Влияние методов обработки УНМ «Таунит» на прочностные характеристики мелкозернистого бетона:
 а) предел прочности на изгиб; б) предел прочности на сжатие

В качестве наиболее перспективной формы модификатора выбрана гелеобразная дисперсия УНМ. Выбор данной структуры был обусловлен тем, что на ранней стадии гидратации трехкальциевого силиката (Ca_3SiO_6) образуются преимущественно гелеобразные гидросиликаты, являющиеся одной из основных фаз цементного камня и влияющие как на упрочнение структуры, так и на рост прочности.

В состав разработанного модификатора входят следующие компоненты: углеродный наноматериал УНМ «Таунит», Аэросил А-300, диспергатор С-3 и вода.

Процесс приготовления гелеобразной дисперсии на основе УНМ «Таунит» включает следующие стадии:

- приготовление раствора С-3, УНМ «Таунит» и Аэросил А-300;
- диспергирование раствора в бисерной мельнице;
- гомогенизирование в смесителе валкового типа.

Также разработан метод применения добавки «Таунит-аквагель» путем введения коллоидного раствора в воду затворения.

В качестве объекта исследования влияния наномодифицирующих добавок на физико-механические показатели строительного композита был выбран мелкозернистый бетон. Свойства мелкозернистого бетона определяются теми же факторами, что и обычного бетона. Однако цементно-песчаный бетон имеет некоторые особенности, обусловленные его структурой, для которой характерны большая однородность, мелкозернистость, высокая удельная поверхность твердой фазы и т.д.

Плотность укладки частиц твердой фазы в процессе твердения бетона определяется характером и интенсивностью сил межмолекулярного взаимодействия и, помимо природы твердой фазы, зависит также от её дисперсности. При введении модифицирующих веществ происходит увеличение дисперсности твердой фазы, т.е. увеличение свободной поверхностной энергии. Это способствует развитию молекулярного взаимодействия между частицами, что вызывает возникновение множества контактов между ними и обуславливает создание пространственной сетки.

Основные свойства цемента, в том числе его активность и скорость твердения определяются не только химическим и минералогическим составом клинкера, формой и размерами кристаллов алита и белита, наличием тех или иных добавок, но и, в большей степени, тонкостью помола продукта, его гранулометрическим составом, а также формой

частишек порошка. Цементный порошок весьма неоднороден по своему гранулометрическому составу, более того, степенью неоднородности во многом определяются его физико-технические свойства, в частности равномерность твердения, прочность на разных сроках твердения и т.д.

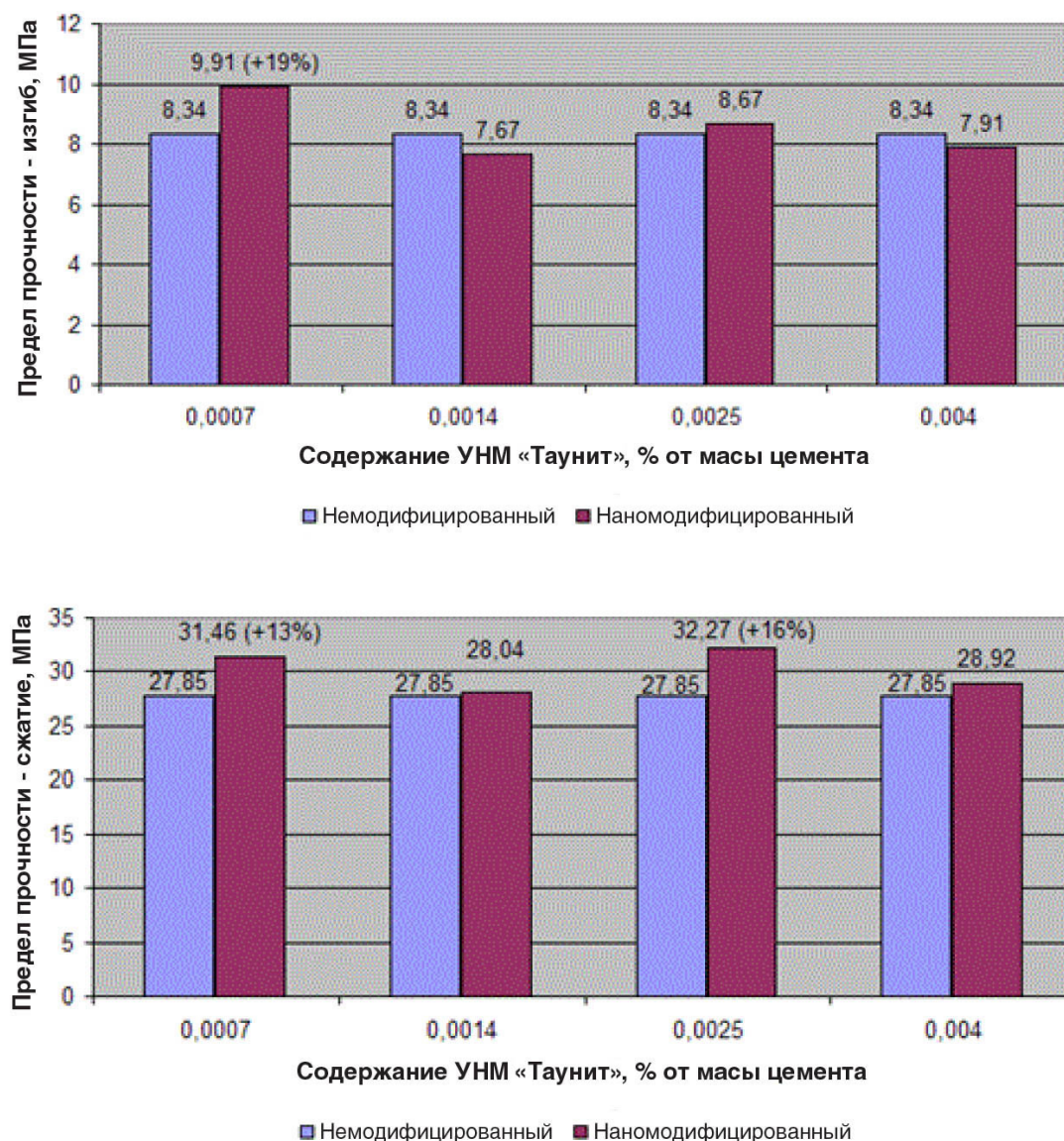


Рис. 2. Влияние содержания наномодифицирующей добавки на основе гелеобразных дисперсий УНМ «Таунит» на прочностные характеристики мелкозернистого бетона

Проведенный дисперсный анализ портландцемента показал, что весовая доля фракции цемента находится в диапазоне 7,75–100 мкм, полученные показатели размеров частиц объективно являются предпочтительными.

Анализ экспериментальных данных (рис.2) показывает, что наибольший прирост прочности наблюдается при содержании УНМ «Таунит» 0,0007% от массы цемента и составляет на изгиб 20%, а на сжатие – 13%.

Исследования структуры наномодифицированного мелкозернистого бетона показывают уменьшение размеров структурных элементов, что ведёт к образованию специфических непрерывных нитевидных структур, формирующихся в результате трехмерных контактов между наночастицами разных фаз, что приводит к существенному улучшению их эксплуатационных характеристик.

Результаты влияния модифицирования УНМ «Таунит» на структуру бетона представлены на фотографиях, полученных методами электронной микроскопии (рис. 3).

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

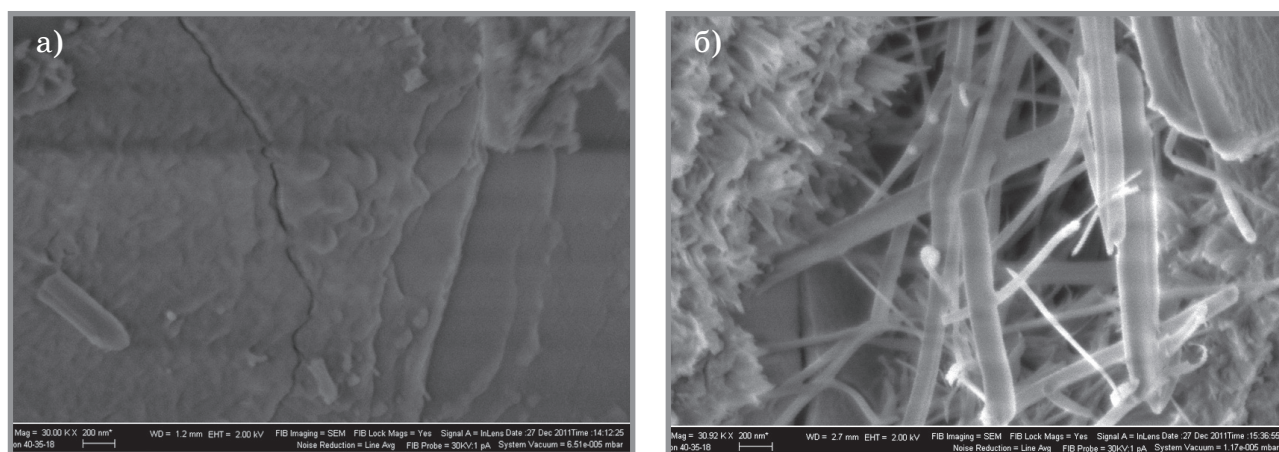


Рис. 3. Микрофотографии, полученные методом электронной микроскопии образцов мелкозернистого бетона:

а – немодифицированный; б – наномодифицированный

При затвердевании на воздухе портландцемент дает усадку, и если эта усадка будет больше, чем свойственная бетону деформативность, образуется трещина. Применение же углеродных нанотрубок препятствует образованию трещин в бетоне за счет создания рассмотренной структуры бетона.

В результате сравнения экспериментальных данных установлено, что использование добавки в мелкозернистом бетоне на основе гелеобразных дисперсий УНМ «Таунит» дает больший прирост прочности, чем на основе состава таблетированной формы наномодификатора. Так, образцы наномодифицированного бетона быстрее набирают прочность, в среднем на 30–40%, и в проектном возрасте имеют прочность на 20–25% больше, чем образцы без добавок. Добавка наномодификатора в количестве 0,0006% от массы цемента обеспечивает стабильный рост прочностных характеристик на 20–25% [4].

Эффективность применения наномодифицированной добавки заключается не только в повышении прочности бетона, но и в существенном сокращении расхода цемента при сохранении заданных физико-механических характеристик бетона, при этом себестоимость значительно снижается.

Оценка коммерческого потенциала разработанной модифицирующей гелеобразной добавки на основе углеродного наноматериала (Таунит-аквагель) в строительные композиты доказывает её техническую эффективность и экономическую выгоду.

Уважаемые коллеги!

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

Ткачев А.Г., Михалёва З.А., Попов А.И., Толчков Ю.Н., Панина Т.И. Исследование влияния модифицирующих добавок на основе гелеобразных дисперсий углеродных наноматериалов на свойства строительных композитов // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2012, Том 4, № 4. С. 15–23. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_4_2012.pdf (дата обращения: ____).

Dear colleagues!

The reference to this paper has the following citation format:

Tkachev A.G., Mikhaleva Z.A., Popov A.I., Tolchikov Y.N., Panina T.I. Investigation of the effect of modifying additives based on the gel dispersion of carbon nanomaterials on the properties of building composites. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2012, Vol. 4, no. 4, pp. 15–23. Available at: http://www.nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_4_2012.pdf (Accessed ____). (In Russian).

Библиографический список:

1. *Фиговский О.Л., Бейлин Д.А., Пономарев А.Н.* Успехи применения нанотехнологий в строительных материалах // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2012. № 3. С. 6–21. Регистр. № 0421200108. URL: <http://www.nanobuild.ru>.
2. *Ткачёв А.Г.* Аппаратура и методы синтеза твердотельных наноструктур / А.Г. Ткачёв, И.В. Золотухин // Монография. 2007. 316 с.
3. *Мищенко С.В.* Углеродные наноматериалы. Производство, свойства, применение / С.В. Мищенко, А.Г. Ткачев. М.: Машиностроение. 2008. 320 с.
4. *Толчков Ю.Н.* Модифицирование строительных материалов углеродными нанотрубками / Ю.Н. Толчков, З.А. Михалева // Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в промышленности строительных материалов: сб. докладов международной научно-практической конференции. Белгород: Изд-во БГТУ. 2010. С. 346–350.

References:

1. *Figovsky O.L., Beilin D.A., Ponomarev A.N.* Successful implementation of nanotechnologies in building materials // Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal. M.: CNT «NanoStroitelstvo». 2012. № 3. P. 6–21. Register. Number 0421200108. URL: <http://www.nanobuild.ru>.
2. *Tkachev A.G.* Apparatus and methods for the synthesis of solid state nanostructures / A. Tkachev, I. Zolotukhin // Monograph. 2007. 316 p.
3. *Mishchenko S.V.* Carbon nanomaterials. Production, properties and application / S.V. Mishchenko, A.G. Tkachev. Moscow: Mashinostroenie. 2008. 320 p.
4. *Tolchkov Y.N.* Modification of building materials with carbon nanotube / Y.N. Tolchkov, Z.A. Mikhaleva // Research, nano-saving technologies in the building materials industry: Proceedings of the international scientific conference. Belgorod BSTU. 2010. P.346–350.

Контакты
Contact information

Ткачев А.Г.
 392000, г. Тамбов, ул. Советская, 106,
 Тамбовский государственный технический университет
 Тел.: (4752) 63-92-93
 E-mail: postmaster@kma.tstu.ru, olimp_popov@mail.ru



IV МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
ONLINE-КОНФЕРЕНЦИЯ
**«ПРИМЕНЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»**

(20–21 СЕНТЯБРЯ 2012 Г.)

THE IV INTERNATIONAL THEORETICAL AND PRACTICAL
ONLINE-CONFERENCE
**«APPLICATION OF NANOTECHNOLOGIES
IN CONSTRUCTION INDUSTRY»**

(20–21 SEPTEMBER 2012)

Интернет-портал NanoNewsNet (www.nanonewsnet.ru) и электронное издание «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» (www.nanobuild.ru) совместно проводят IV Международную научно-практическую online-конференцию «Применение нанотехнологий в строительстве».

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

Сопредседатели оргкомитета конференции:

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

В.И. Теличенко, ректор Национального исследовательского университета ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет», академик РААСН, доктор технических наук, профессор.

Участники online-конференции

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

Порядок проведения online-конференции

Организаторы уже запустили механизм проведения online-конференции. Посетители сайтов (www.nanonewsnet.ru и

Co-chairmen of Conference Organizing Committee:

B.V. Gusev, President of Russian and International Academies of Engineering, Associate Member of RAS, Expert of ROSNANO, Doctor of Engineering, Professor;

V.I. Telichenko, Rector of National Research University «Moscow State University of Civil Engineering», Academician of RAASN, Doctor of Engineering, Professor.

Participants of Online-Conference

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

Conference Order

Organizers have already launched the procedure of online-conference. The visitors of the web sites (www.nanonewsnet.ru and

www.nanobuild.ru) смогут до 10 сентября 2012 г. задавать вопросы участникам конференции по электронной почте (e-mail: info@nanobuild.ru и e-mail: empirv@mail.ru). Электронное издание «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» включено в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук, поэтому оргкомитет просит участников online-конференции указывать свое место работы, учёную степень и учёное звание.

Оргкомитет 13–14 сентября обобщит все вопросы и направит их участникам, 20–21 сентября участники online-конференции ответят на эти вопросы.

Материалы IV Международной научно-практической online-конференции «Применение нанотехнологий в строительстве» будут опубликованы:

- на портале NanoNewsNet (www.nanonewsnet.ru);
- в электронном издании «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» № 5/2012 (www.nanobuild.ru).

Свои вопросы направляйте по электронной почте (e-mail: info@nanobuild.ru и e-mail: empirv@mail.ru), а также на сайт www.nanonewsnet.ru.

www.nanobuild.ru) can ask participants questions by email (info@nanobuild.ru or empirv@mail.ru) until September, 10. 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. Therefore Organizing Committee kindly asks participants to indicate their place of employment, academic degree and academic status.

Organizing committee will summarize all the questions and sent them to participants on 13–14 of September, participants will answer these questions on 20–21 of September.

Materials of The IV International Theoretical and Practical Online-Conference «Application of Nanotechnologies in Construction Industry» will be published:

- at the portal NanoNewsNet (www.nanonewsnet.ru);
- in the electronic edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal», № 5/2012 (www.nanobuild.ru).

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

Приглашаем ведущих ученых и специалистов к публикации материалов по тематике издания. Интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве» включен в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий ВАК Министерства образования и науки РФ. По данным научной электронной библиотеки импакт-фактор РИНЦ-2010 Интернет-журнала «Нанотехнологии в строительстве» находится на уровне ведущих изданий строительной отрасли. Авторам статей Интернет-журнала выдаются справки НТЦ «Информрегистр» Министерства связи и массовых коммуникаций РФ с идентификационным номером публикации. Интернет-журнал перерегистрирован в качестве электронного научного издания на 2012 год.

Предлагаем оформить подписку на издание на 2009–2012 гг. Журналы за 2009, 2010 и 2011 гг. высылаются сразу после оформления подписки, за 2012 – по мере того, как будут выходить номера журнала. **При подписке на КОМПЛЕКТ номеров журнала (2009 г. + 2010 г. + 2011 г. + 2012 г.) предоставляется скидка 20%.** В каждом номере издания публикуется информация о наноматериалах и нанотехнологиях, которые уже используются или должны появиться на рынке в ближайшее время, что позволяет специалистам быть в курсе достижений nanoиндустрии в строительной отрасли, жилищном и коммунальном хозяйстве. Ознакомиться с содержанием номеров журнала можно на сайте издания (www.nanobuild.ru).

Оказываем информационные услуги организациям (компаниям, ассоциациям, партнерствам и др.) по созданию и развитию Интернет-изданий, а также помощь авторам по изданию и продвижению электронных книг.

ИНТЕРНЕТ-ЖУРНАЛ «НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»:

- лауреат Национальной премии «Российский Строительный Олимп – 2010»;
- награжден знаком «Инженерная доблесть»;
- лауреат Национального конкурса «Строймастер-2011»;
- отмечен дипломами, сертификатами и благодарностями различных профессиональных и общественных организаций, организаторами мероприятий. Среди них: Международный Форум по нанотехнологиям Rusnanotech, Российское общество инженеров строительства, Национальная ассоциация nanoиндустрии, Конкурс «Премия инноваций Сколково при поддержке Cisco I-PRIZE», Московский комитет по науке и технологиям, Башкирский государственный университет, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова и др.

По всем вопросам просим обращаться по электронной почте (**e-mail: info@nanobuild.ru**).

Надеемся на плодотворное и взаимовыгодное сотрудничество!



**ЛАУРЕАТ ПРЕМИИ
РОССИЙСКИЙ
СТРОИТЕЛЬНЫЙ
ОЛИМП-2010**

на правах рекламы



из НАНО строится ГИГАуспех
GIGAsuccess is built from NANO

www.nanobuild.ru

УДК 669.017

КОЗЛОВ Георгий Владимирович, ст. научн. сотрудник каф. физики¹;
ЯНОВСКИЙ Юрий Григорьевич, д-р техн. наук, проф., директор института²;
ЯХЬЯЕВА Хасайбат Шарафудиновна, канд. техн. наук, доцент каф. общей физики¹;
МАГОМЕДОВ Гасан Мусаевич, д-р физ.-мат. наук, проф.,
проректор по информационной и учебной работе, зав. каф. физики¹

KOZLOV Georgiy Vladimirovich, senior research assistant of Physics Department³;
YANOVSKIY Yuriy Grigorievich, Doctor of Engineering, Professor, Director⁴;
YAKHYAEVA Khasaibat Sharafudinovna, Ph.D. in Engineering,
Professor Assistant of Physics Department³;
MAGOMEDOV Gasan Musaevich, Doctor of Physics and Mathematics, Professor,
Vice-rector, Head of Physics Department³

СЛОЕВАЯ СТРУКТУРА МЕЖФАЗНЫХ ОБЛАСТЕЙ В ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТАХ И НАНОКОМПОЗИТАХ

THE LAYERED STRUCTURE OF INTERFACIAL REGIONS IN POLYMER COMPOSITES AND NANOCOMPOSITES

В рамках фрактального анализа исследована слоевая структура межфазных областей в полимерных микро- и нанокompозитах. Показано, что в случае полимерных микрокомпозитов межфазные области могут формировать многослойную структуру, которая для нанокompозитов реализуется только в случае агрегации нанонаполнителя. Число указанных слоев определяется двумя факторами: структурой поверхности частиц (агрегатов частиц) наполнителя и масштабным эффектом.

Layered structure of interfacial regions in polymer micro- and nanocomposites was studied within the frameworks of fractal analysis. It has been shown that for polymer microcomposites interfacial regions can form multi-layered structure, which is realized for nanocomposites only in case of

¹ Дагестанский государственный педагогический университет, г. Махачкала, Россия

² Институт прикладной механики РАН, г. Москва, Россия

³ Dagestan State Pedagogical University, Makhachkala, Russian Federation

⁴ Institute of Applied Mechanics of RAS, Moscow, Russian Federation

nanofiller aggregation. The number of indicated layered is determined by two factors: filler particles (aggregates of particles) surface structure and scale effect.

Ключевые слова: композит, межфазные области, слоевая структура, поверхность частиц, размерный эффект.

Key words: composite, interfacial regions, layered structure, particles surface, scale effect.

Межфазные явления в полимерных композитах (нанокompозитах) играют определяющую роль в формировании свойств этих многофазных материалов, что создает большой интерес исследователей к их изучению [1–3]. В работах [4, 5] были исследованы структура и свойства межфазных областей для микрокомпозитов, наполненных дисперсным наполнителем и короткими волокнами. Показано, что указанные характеристики определяются структурой как поверхности наполнителя, так и полимерной матрицы. Особое значение межфазные области приобретают с учетом того факта, что они являются таким же армирующим элементом структуры композитов (нанокompозитов), как и собственно наполнитель [3]. Поэтому целью настоящей работы является обобщенный анализ зависимости характеристик межфазных областей от структурных показателей для разных классов композитов. Особый интерес представляет исследование размерного эффекта, принципиально важного в случае полимерных нанокompозитов [6].

Использованы две серии композитов полигидроксиэфир/графит (ПГЭ/Гр): с неактивированным (ПГЭ/Гр-I) и активированным смесью серной и азотной кислот в соотношении 1:1 по объему (ПГЭ/Гр-II) наполнителем. Массовое содержание графита варьировали в пределах 2–40 масс. %.

Для исследования структуры композитов ПГЭ/Гр использовали метод просвечивающей электронной микроскопии, применяя двухступенчатые реплики со сколов образцов композитов. Сколы получены как при комнатной температуре, так и при температуре жидкого азота. Реплики изучали в просвечивающем электронном микроскопе ЭММА-4.

Кроме того, использованы данные для композита на основе эпоксиполимера ЭДТ-10, наполненного коротким стекловолокном диаметром 9 мкм с массовым содержанием 65 масс. % (ЭП/стекловолокно) [7].

Экспериментальные результаты по определению характеристик межфазного слоя в дисперсно-наполненных нанокompозитах бутадиен-стирольный каучук/наношунгит (БСК/наношунгит) получены методом наноиндентирования на приборе Nanotest 600 (Micro Materials, Великобритания). Наноструктура БСК/наношунгит исследована на атомно-силовом микроскопе Nano-DST (Pacific Nanotechnology, США). При массовом содержании наношунгита 37 масс. % диаметр агрегатов его частиц составлял 167 нм [8].

Как известно [4], толщину межфазного слоя l_{mf} можно определить в рамках фрактального анализа согласно уравнению:

$$l_{mf} = l_{cm} \left(\frac{R_n}{l_{cm}} \right)^{2(d-d_n)/d}, \quad (1)$$

где l_{cm} – длина статистического сегмента цепи полимерной матрицы, R_n – радиус частицы (агрегата частиц) наполнителя, d – размерность евклидова пространства, в котором рассматривается фрактал (очевидно, в нашем случае $d = 3$), d_n – размерность поверхности частицы наполнителя.

Величина l_{cm} определена согласно формуле [9]:

$$l_{cm} = l_0 C_\infty, \quad (2)$$

где l_0 – длина скелетной связи основной цепи, равная 0,154 нм для ПГЭ [10], C_∞ – характеристическое отношение. Величины C_∞ и d_n для композитов ПГЭ/Гр приняты согласно данным работы [4].

Расчет согласно уравнению (1) дает для композитов ПГЭ/Гр величины l_{mf} в интервале 9–93 нм, тогда как данные электронной микроскопии предполагают вариацию этого параметра $l_{mf}^{эл}$ в пределах 5,8–42,0 мкм, т.е. на три порядка больше. Следовательно, можно предположить, что по крайней мере в микрокомпозитах межфазные области имеют многослойную структуру, число слоев которой N_{mf} определяется как отношение:

$$N_{mf} = \frac{l_{mf}^{эл}}{l_{mf}}. \quad (3)$$

Следует ожидать, что величина $N_{мф}$ и, следовательно, толщина межфазной области, должна быть функцией структуры поверхности частицы наполнителя, с которой контактирует полимерная матрица в процессе формирования указанной области. На рис. 1 приведена зависимость $N_{мф}$ от размерности поверхности частицы (агрегата частиц) наполнителя d_n в логарифмических координатах для рассматриваемых композитов. Как можно видеть, для микрокомпозитов ПГЭ/Гр и ЭП/стекловолокно эта зависимость аппроксимируется общей линейной корреляцией, аналитически выражаемой следующим образом:

$$\ln N_{мф} = 1,45 + 11,5(d_n - 2). \quad (4)$$

Согласно уравнению (4) минимальная величина $N_{мф} = 1,0$ достигается при $d_n = 1,874$, т.е. при наличии пористой поверхности частиц наполнителя. Однако, из графика рис. 1 следует, что уравнение (4) корректно только для микрокомпозитов, а данные для нанокompозита БСК/наношунгит не ложатся на общую корреляцию. Такое несоответствие предполагает необходимость учета размерного фактора, который является определяющим в первую очередь для нанокompозитов [6]. Этот фактор можно учесть использованием реальной (фрактальной) площади контакта полимер-наполнитель $S_{\kappa}^{фр}$, определяемой следующим образом [11]:

$$S_{\kappa}^{фр} = D_n^{d_n} a^{2-d_n}, \quad (5)$$

где a – масштаб измерения, который можно оценить из уравнения [12]:

$$a = 0,2D_n. \quad (6)$$

На рис. 2 приведена зависимость $N_{мф}$ от $S_{\kappa}^{фр}$ в двойных логарифмических координатах для рассматриваемых композитов. Как можно видеть, в такой трактовке, т.е. при одновременном учете и структурного, и размерного факторов согласно уравнению (5), получена общая корреляция для микро- и нанокompозитов, описываемая следующим соотношением:

$$\ln N_{мф} = 0,54(\ln S_{\kappa}^{фр} + 4,5). \quad (7)$$

Рассмотрим применение уравнения (7) для анализа межфазных областей в нанокompозитах. Для нанокompозита БСК/наношунгит

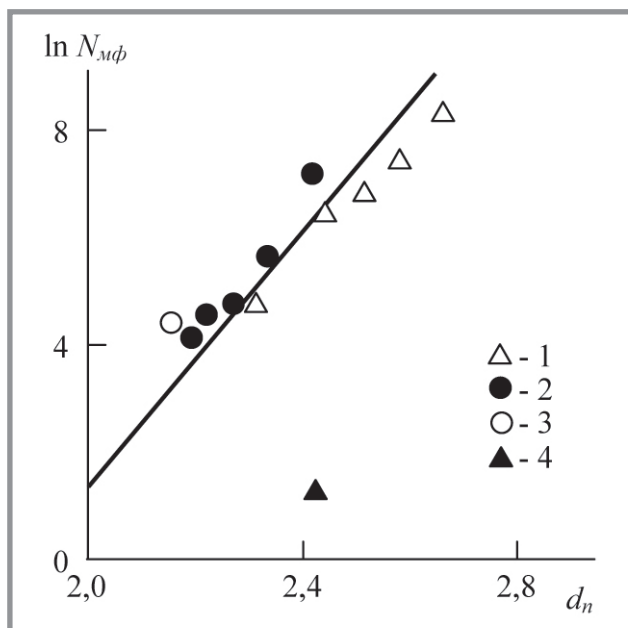


Рис. 1. Зависимость числа слоев в межфазных областях N_{mf} от размерности поверхности частиц наполнителя d_n в логарифмических координатах для ПГЭ/Гр-I (1), ПГЭ/Гр-II (2), ЭП/стекловолокно (3) и БСК/наношунгит (4)

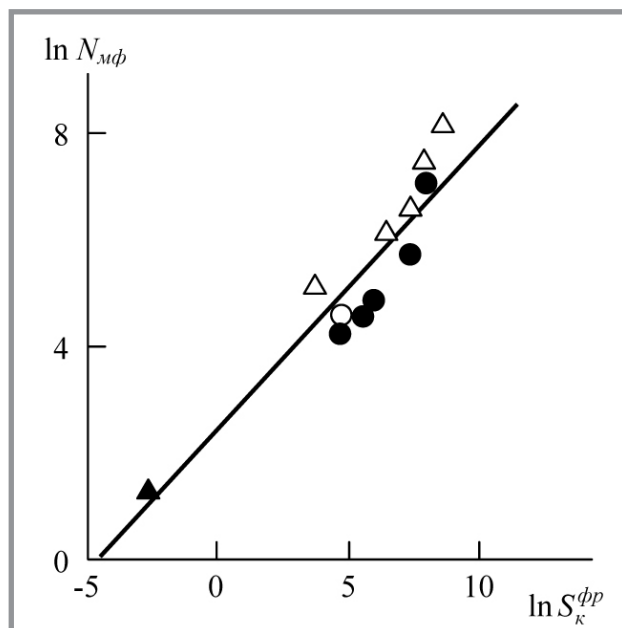


Рис. 2. Зависимость числа слоев в межфазных областях N_{mf} от реальной площади поверхности частиц наполнителя S_k^{fp} в двойных логарифмических координатах. Обозначения те же, что и на рис. 1.

$D_n = 167$ нм, $d_n = 2,45$ [8], и тогда расчет согласно уравнению (7) дает величину $N_{mf} \approx 2,4$. На рис. 3 приведены обработанные по программе SPIR результаты сканирования поверхности указанного нанокompозита. Как можно видеть, у одной поверхности частицы наношунгита может наблюдаться от одной до трех (в среднем – двух) ступенек, структурно идентифицируемых как межфазные слои. Характерно, что ширина этих ступенек (или l_{mf}) примерно равна ширине первой (ближайшей к поверхности наночастицы) ступеньки. Таким образом, указанное наблюдение предполагает, что в рассматриваемом нанокompозите формируются в среднем два межфазных слоя: первый – за счет взаимодействия поверхности частицы нанонаполнителя с эластомерной матрицей, в результате чего молекулярная подвижность в этом слое замораживается и его состояние уже является стеклообразным [8], а второй – за счет взаимодействия стеклообразного межфазного слоя с эластомерной полимерной матрицей. Таким образом, приведенные данные полностью

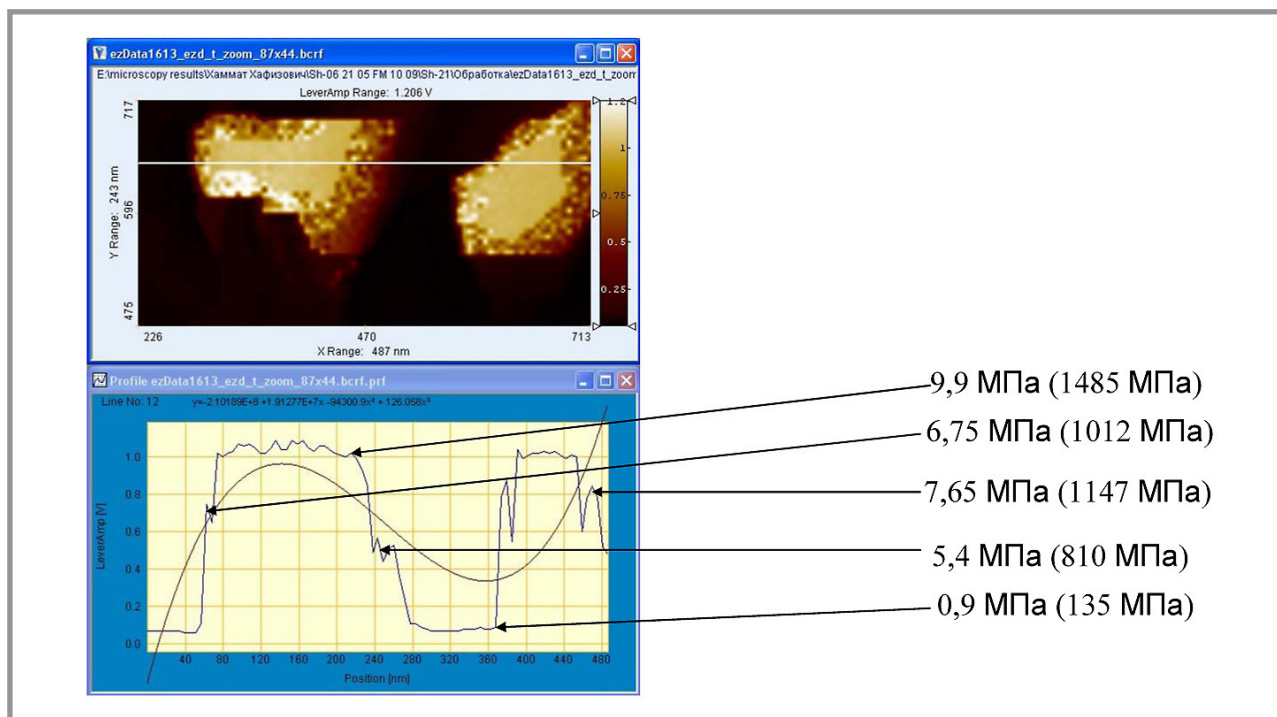


Рис. 3. Обработанное в SPIR изображение нанокompозита БСК/наношунгит, полученное методом модуляции силы

согласуются с оценкой N_{mf} согласно уравнению (7). Второй аспект относится к граничному значению $N_{mf} = 1,0$, т.е. к переходу от многослойных межфазных областей к однослойным. Для наночастиц такой граничной величиной принято считать (хотя и довольно условно) диаметр $D_n \approx 100$ нм [6]. Для $D_n \approx 100$ нм $d_n \approx 2,25$ [3] и тогда согласно уравнению (5) $S_k^{fp} \approx 1,27 \times 10^{-2}$. Далее согласно уравнению (7) при указанных выше параметрах получим $N_{mf} \approx 1,0$. Выполненные оценки предполагают, что многослойная структура межфазных областей реализуется только в микрокомпозитах. Условие $N_{mf} \approx 2,4$ для нанокompозита БСК/наношунгит обусловлено агрегацией исходных частиц наношунгита, поскольку их диаметр равен 40 нм [8].

В настоящей работе исследована многослойная структура межфазных областей полимерных композитов (нанокompозитов). Показано, что толщину одного такого слоя можно оценить в рамках фрактального анализа. Число слоев межфазной области определяется двумя факторами: структурой поверхности частиц (агрегатов частиц) наполнителя и размерным фактором. Многослойность межфазных областей возможна только для полимерных микрокомпозитов.

Уважаемые коллеги!

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

Козлов Г.В., Яновский Ю.Г., Яхьяева Х.Ш., Магомедов Г.М. Слойная структура межфазных областей в полимерных композитах и нанокompозитах // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2012, Том 4, № 4. С. 28–35. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_4_2012.pdf (дата обращения: ____).

Dear colleagues!

The reference to this paper has the following citation format:

Kozlov G.V., Yanovskiy Y.G., Yakhyeva K.S., Magomedov G.M. The layered structure of interfacial regions in polymer composites and nanocomposites. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2012, Vol. 4, no. 4, pp. 28–35. Available at: http://www.nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_4_2012.pdf (Accessed ____). (In Russian).

Библиографический список:

1. *Ашрапов А.Х.* Исследование поливинилхлоридных композиций с углеродными нанотрубками / А.Х. Ашрапов, Л.А. Абдрахманова, Р.К. Низамов, В.Г. Хозин // Нанотехнологии в строительстве. 2011. № 3. С. 13–24.
2. *Смирнов В.А.* Размерные эффекты и топологические особенности наномодифицированных композитов / В.А. Смирнов, Е.В. Королев, А.И. Альбакасов // Нанотехнологии в строительстве. 2011. № 4. С. 17–27.
3. Полимерные нанокompозиты: многообразие структурных форм и приложений / А.К. Микитаев, Г.В. Козлов, Г.Е. Заиков. М.: Наука. 2009. 278 с.
4. Структура и свойства дисперсно-наполненных полимерных композитов: фрактальный анализ / Г.В. Козлов, Ю.Г. Яновский, Ю.Н. Карнет. М.: Альянстраскатом. 2008. 363 с.
5. Synergetics and Fractal Analysis of Polymer Composites Filled with Short Fibers / G.V. Kozlov, Yu.G. Yanovsky, G.E. Zaikov. New York: Nova Science Publishers. Inc. 2011. 223 p.
6. *Бучаченко А.Л.* Нанохимия – прямой путь к высоким технологиям нового века / А.Л. Бучаченко // Успехи химии. 2003. Т. 72. № 5. С. 419–437.
7. Анизотропия релаксационных свойств волокнистых полимерных композитов / Г.М. Магомедов, Е.Н. Задорина. // Доклады АН СССР. 1986. Т. 286. № 3. С. 630–633.
8. *Яновский Ю.Г.* Структура и свойства межфазных слоев в дисперсно-наполненных нанокompозитах с эластомерной матрицей / Ю.Г. Яновский, Г.В. Козлов // Матер. VII Междунар. научн.-практ. конф. «Новые полимерные композиционные материалы». Нальчик: КБГУ. 2011. С. 189–194.
9. *Wu S.* Chain structure and entanglement / S. Wu // J. Polymer Sci.: Part B: Polymer Phys. 1989. V. 24. № 4. P. 723–741.

10. Aharoni S.M. On entanglements of flexible and rodlike polymers / S.M. Aharoni // *Macromolecules*. 1983. V. 16. № 9. P. 1722–1728.
11. Monolayer adsorption of fractal surfaces: a simple two-dimensional simulation / H. Van Damme, P. Levitz, F. Bergaya, J.F. Alcover, L. Gatinéau, J.J. Fripiat // *J. Chem. Phys.* 1986. V. 85. № 1. P. 616–625.
12. Яхьяева Х.Ш. Аутогезия в полимер-полимерных композитах / Х.Ш. Яхьяева, Г.В. Козлов, Г.М. Магомедов // Сборн. научн. трудов Междунар. научн.-практ. конф. «Наука сегодня: теоретические аспекты и практика применения». Тамбов: Изд-во ТРОО «Бизнес-Наука-Общество». 2011. С. 160–162.

References:

1. Ashrapov A.Kh. Research of PVC compounds with carbon nanotubes / A.Kh. Ashrapov, L.A. Abdrakhmanova, R.K. Nizamov, V.G. Khozin // *Nanotechnologies in Construction*. 2011. № 3. P. 13–24.
2. Smirnov V.A. Size effects and topological characteristics of nanomodified composites / V.A. Smirnov, E.V. Korolev, A.I. Albakasov // *Nanotechnologies in Construction*. 2011. № 4. P. 17–27.
3. Polymer Nanocomposites: Variety of Structural Forms and Applications / A.K. Mikitaev, G.V. Kozlov, G.E. Zaikov. Moscow: Nauka. 2009. 278 p.
4. Structure and Properties of Dispersed-Filled Polymer Composites: The Fractal Analysis / G.V. Kozlov, Yu.G. Yanovskii, Yu.N. Karnet. Moscow: Al'yanstransatom. 2008. 363 p.
5. Synergetics and Fractal Analysis of Polymer Composites Filled with Short Fibers / G.V. Kozlov, Yu.G. Yanovsky, G.E. Zaikov. New York: Nova Science Publishers. Inc. 2011. 223 p.
6. Buchachenko A.L. Nanochemistry – the Straight Way to Advanced Technologies of the New Century / A.L. Buchachenko // *Uspekhi Khimii*. 2003. V. 72. № 5. P. 419–437.
7. Anisotropy of Relaxation Properties of Fibrous Polymer Composites / G.M. Magomedov, E.N. Zadorina // *Doklady AN SSSR*. 1986. V. 286. № 3. P. 630–633.
8. Yanovskii Yu.G. Structure and Properties of Interfacial Layers in Dispersed-Filled Nanocomposites with Elastomeric Matrix / Yu.G. Yanovsky, G.V. Kozlov // *Mater. of VII Internat. Sci.-Pract. Conf. «New Polymer Composite Materials»*. Nal'chik: KBSU. 2011. P. 189–194.
9. Wu S. Chain structure and entanglement / S. Wu // *J. Polymer Sci.: Part B: Polymer Phys.* 1989. V. 24. № 4. P. 723–741.
10. Aharoni S.M. On entanglements of flexible and rodlike polymers / S.M. Aharoni // *Macromolecules*. 1983. V. 16. № 9. P. 1722–1728.
11. Monolayer adsorption of fractal surfaces: a simple two-dimensional simulation / H. Van Damme, P. Levitz, F. Bergaya, J.F. Alcover, L. Gatinéau, J.J. Fripiat // *J. Chem. Phys.* 1986. V. 85. № 1. P. 616–625.
12. Yakhyayeva Kh.Sh. Autohesion in Polymer-Polymer Composites / Kh.Sh. Yakh'yaeva, G.V. Kozlov, G.M. Magomedov // *Proceedings of Internat. Sci.-Pract. Conf. «Science Today: A Theoretical Aspects and Application Practic»*. Tambov: Publishers TROO «Business, Science, Society». 2011. P. 160–162.

Место проведения:
УФА-АРЕНА, ул. Ленина, 114

25-28 СЕНТЯБРЯ

УФА-2012

ФОРУМ УРАЛСТРОЙИНДУСТРИЯ

XXII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ

МАЛОЭТАЖНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

БАШКИРСКАЯ ВЫСТАВОЧНАЯ КОМПАНИЯ
тел.: (347) 253 14 33, 253 38 00, 241 74 19
e-mail stroy@bvkexpo.ru

www.bvkexpo.ru



на правах рекламы



ЭКСПЕРТ РА: НАЛАЖИВАНИЕ СВЯЗЕЙ С ИННОВАЦИОННЫМ СООБЩЕСТВОМ – КЛЮЧЕВОЕ УСЛОВИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ГОСКОРПОРАЦИЙ

EXPERT OF RA: ESTABLISHING OF TIES WITH INNOVATIVE COMMUNITY – THE KEY CONDITION FOR COMPETITIVE STATE CORPORATIONS

27 июня 2012 года состоялся **IV Форум «Русские инновации»**, организаторами которого выступили рейтинговое агентство «Эксперт РА», а также медиахолдинг «Эксперт». Основными темами для обсуждения на Форуме стали вопросы взаимодействия инновационного сообщества с крупным бизнесом и государством.

«Из 48 госкомпаний, предоставивших по поручению Президента свои программы инновационного развития в Минэкономразвитие, 16 выразили готовность к открытому их обсуждению. Мы считаем, что это неплохой результат, ведь еще около года назад открыто делиться своими инновационными планами готовы были лишь единицы, – отметил *Дмитрий Гришанков*, генеральный директор рейтингового агентства «Эксперт РА». – В Рейтинге про-





грамм качества инновационного развития госкорпораций, составленного «Эксперт РА», лидирующие позиции занимают энергетические компании: почти у каждой из них есть долгосрочные планы развития, а доля затрат на НИОКР зачастую превышает аналогичные показатели западных компаний.

Один из факторов высокого качества инновационного планирования – наличие в структуре компаний мощных научных центров, сохранившихся у Росатома, Газпрома, РЖД еще с советских времен. А вот машиностроители до сих пор не восстановили связи с отраслевой наукой. Доля затрат на НИОКР по отношению к выручке у компаний обрабатывающего сектора отстает от зарубежных конкурентов в 1,5–4 раза».

По мнению *Александра Потанова*, заместителя генерального директора «Российской венчурной корпорации», инновационная активность крупного бизнеса и государственных корпораций полностью зависит от заинтересованности руководства компаний и понимания необходимости развития в данном направлении. «Прежде всего, топ-менеджеры должны понять, зачем вообще инновации им нужны, чем они смогут помочь развитию их бизнеса – это ключевой вопрос. Большая роль в данном процессе отводится и институтам развития – они должны информировать крупный бизнес о мировых инновационных трендах, а также помогать взаимодействовать со стартапами».

«Инновации для нашей компании – не самоцель, однако мы понимаем их важность для развития и буквально «пылесосим» рынок в поиске интересных проектов, – отметил *Борис Вольне*, вице-президент по маркетингу и развитию бизнеса ОАО «Ситроникс». – Чтобы заинтересовать крупную компанию, необходимо создать про-



рывной инновационный продукт – именно он пользуется наибольшим спросом. Главным тормозом развития инноваций в сфере IT, в которой мы задействованы, является слабый уровень подготовки кадров в регионах – этому вопросу также необходимо уделять большое внимание».

Об опыте внедрения инноваций в крупной частной корпорации рассказал *Леонид Яковлев*, представитель ОАО «Северсталь»: «Стимулы для инновационного развития у крупных компаний в первую очередь должны быть внутрикорпоративными. Принудить кого-то развиваться в этом направлении практически невозможно. В нашей компании успешно функционирует инфраструктура внедрения инноваций, связанных с развитием продукта, а также налаживанием производства».

Информационными партнерами саммита выступили ведущие СМИ. Среди них – Интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве».

За дополнительной информацией обращайтесь:

Ларгина Надежда, руководитель PR-службы
Рейтингового агентства «Эксперт РА».

Тел.: +7 (495) 225-3444

e-mail: pr@raexpert.ru

www.raexpert.ru

РУКОВОДСТВО ПО СОЗДАНИЮ И РАЗВИТИЮ ИННОВАЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ (ТЕХНОЛОГИИ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ)

Часть II

БАЗОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ

GUIDELINES ON ESTABLISHMENT AND DEVELOPMENT OF INNOVATION CENTERS (TECHNOLOGIES AND REGULARITIES)

Part II

BASIC TECHNOLOGIES FOR INNOVATION CENTERS ESTABLISHMENT

19 апреля 2012 года прошел Сколковский Саммит творцов инновационной экономики, организованный Фондом «Сколково» совместно с рейтинговым агентством «Эксперт РА». Аналитической платформой саммита стало исследование медиахолдинга «Эксперт», позволившее создать рейтинг 30 ведущих создателей мировой инновационной экономики, 13 из которых нашли возможность приехать в Москву – поделиться опытом, рассказать о том, как правильно создавать инновационные центры, установить диалог с российскими институтами развития.

Гуру инноваций дискутировали по таким актуальным темам, как «Создание центров инновационного развития: мировой опыт



и российский подход», «Формирование среды для воспроизводства инноваций: глобальные тренды и российская специфика», «Региональные центры инновационного роста: инструментарий, технологии, бизнес-подходы», а также провели серию мастер-классов для студентов под общим названием «Технологии создания инновационных центров».



Информационными партнерами Саммита выступили ведущие СМИ. Среди них – Интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве». За активную информационную поддержку Сколковского Саммита творцов инновационной экономики Интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве» отмечен Благодарностью.

В ходе подготовки к Саммиту было разработано «Руководство по созданию и развитию инновационных центров (технологии и закономерности)», содержание которого представляет практический интерес для специалистов наноиндустрии. Учитывая ограниченный объем статьи в Интернет-журнале краткое содержание Руководства публикуется в 2-х частях (часть I – в номере 3/2012, часть II – в номере 4/2012).

Каждый из инновационных центров, чей опыт представлен в «Руководстве...», формировался в собственных уникальных условиях и был призван решить комплекс уникальных, присущих только данной стране и данному региону проблем, имеет уникальную структуру управления и модель организации бизнес-процессов. Тем не менее, именно эти различия подчеркивают универсальность ряда управленческих технологий, которые в той или иной степени тиражированы в подавляющем большинстве изученных инновационных центров. Вот эти базовые технологии инновационного менеджмента:

1. бизнес-инкубация;
2. финансирование проектов;
3. горизонтальные связи между участниками инновационного центра;
4. инфраструктура технопарка;
5. выстраивание общественных связей и репутации;
6. управление.

Каждая технология, в свою очередь, состоит из набора более простых. И практически все более или менее успешные инновационные центры – результат комбинации этих элементарных кубиков.

2.1. Бизнес-инкубация

Проблема, которую призваны решить технологические бизнес-инкубаторы, формулируется довольно просто: *дефицит успешных технологических стартапов*. Причины, которые ограничивают число создаваемых стартапов или же мешают развиваться уже созданным, описываются следующими простыми ситуациями:

- люди, которые потенциально могли бы создать технологический бизнес, не делают этого, потому что не знают, с чего начать, или боятся начинать;
- люди, которые имеют желание создать предприятие и обладают необходимыми для этого технологиями и идеями, не умеют управлять бизнесом;
- начинающие компании не могут найти удобные и наилучшим образом подходящие для их вида деятельности помещения;
- отсутствие необходимых связей. Создающие стартап люди не могут найти других людей, которые обладали бы необходимыми для их бизнеса знаниями, навыками, связями.

Базовыми способами решения первых двух проблем является создание системы бизнес-образования и передачи предпринимательских навыков участникам инновационных стартапов. Решение остальных двух проблем связано с созданием в бизнес-инкубаторе эффективной бизнес-среды, а также предоставлением инновационным стартапам таких услуг и помещений, в которых они действительно нуждаются.

Основные принципы организации бизнес-образования в инкубаторах были разработаны в первых европейских инновационных центрах в 1970–80-х годах, в первую очередь, в английских и скандинавских, а затем эта модель с разной степенью успеха была тиражирована как в большинстве развитых, так и в крупнейших развивающихся странах.

С точки зрения подхода к бизнес-обучению, инновационные центры можно условно разделить на две большие группы. Бизнес-инкубаторы, относящиеся к первой группе, в основном ориентированы на ком-

мерциализацию технологий и разработок, созданных в университетах и исследовательских центрах. Вторая группа в большей степени ориентирована на проекты, появляющиеся на открытом рынке, а также на отпочковавшиеся проекты уже существующих технологических компаний. Первая группа отличается от второй, прежде всего, наличием *прединкубационного этапа*, который предполагает подключение бизнес-инкубатора к развитию проекта на самой ранней стадии его жизни, еще до регистрации предприятия.

Важнейшими принципами *бизнес-образования* в инкубаторах являются его *непрерывность, обязательность и индивидуальность*. Команда проекта работает с тренером с первого до последнего дня пребывания в бизнес-инкубаторе. Причем это обучение обязательно. По сути, тренинг – это главная услуга, предоставляемая бизнес-инкубатором. Если команде проекта не нужно ничему учиться, то ей не нужен инкубатор. Наконец, основной формой обучения является работа с бизнес-тренером, который «привязывается» к проекту и не меняется на протяжении всего срока его нахождения в бизнес-инкубаторе.

Тренинг – самая важная, но в тоже время и наиболее «нетехнологичная» составляющая процесса инкубирования инновационных стартапов. Задача инкубатора состоит в передаче не только предпринимательских навыков, но и предпринимательской культуры. Именно поэтому тренинг может принести пользу, только если он проводится в формате постоянного личного общения, а не спецкурсов, лекций и семинаров. Тренер должен в деталях знать курируемый проект, обладать обширным личным предпринимательским и менеджерским опытом, иметь безусловный авторитет в глазах клиентов бизнес-инкубатора.

Именно по этой причине поиск хороших тренеров является одновременно наиболее важной и наиболее трудной задачей для создания эффективно работающего бизнес-инкубатора – необходимо найти успешных предпринимателей и менеджеров, готовых заниматься преподаванием на постоянной основе.

Как показывает опыт успешных бизнес-инкубаторов, по-настоящему эффективные бизнес-тренеры, как правило, рекрутируются из трех основных источников: предприниматели, продавшие свой бизнес; профессиональные топ-менеджеры (как правило, закончившие карьеру); тренеры-профессионалы, которые приобрели практический

опыт благодаря многолетней работе с проектами данного инкубатора. В целом, можно констатировать, что бизнес-тренинг является не только наиболее важным, но и наиболее трудно тиражируемым управленческим ноу-хау в области поддержки начинающих технологических проектов.

Чем бизнес-инкубатор может мотивировать таких высококвалифицированных специалистов, которые к тому же *являются состоявшимися и успешными людьми*? Во-первых, эта работа должна хорошо оплачиваться. Во-вторых, работа в бизнес-инкубаторе дает возможность для расширения личных связей с ключевыми участниками инновационной системы, в том числе инвесторами и потенциальными деловыми партнерами, за счет использования контактов бизнес-инкубатора. В-третьих, это доступ к инсайдерской информации и возможность отслеживать технологические новинки задолго до их выхода на рынок. Наконец, в-четвертых, эта работа престижна. Пришедшие из бизнеса в инкубатор тренеры воспринимаются как часть управленческой элиты, на которую возложена важная миссия.

Вопреки расхожему мнению, термин «бизнес-инкубатор» имеет весьма приблизительное отношение к объекту недвижимости. Основной функцией бизнес-инкубаторов является не обеспечение стартапов офисами, а решение трех других ключевых задач. Это обучение бизнес-навыкам, привлечение финансирования и создание горизонтальных связей.

Таким образом, основной акцент должен быть сделан на создании удобного места для общения, расположенного в непосредственной близости от университетских и частных центров НИОКР. Еще один важный принцип организации работы бизнес-инкубаторов – начинающему инновационному предприятию должны предоставляться только такие помещения и оказываться только такие услуги, которые ему действительно в данный момент нужны. Поскольку в подавляющем большинстве рассмотренных инновационных центров стоимость аренды офисных и лабораторных помещений или равна, или превышает среднерыночную, такой подход позволяет начинающим инновационным предприятиям экономить без снижения качества услуг и комфорта, а также рационально использовать имеющиеся в распоряжении технопарка или инкубатора площади и ресурсы.

2.2. Привлечение внешнего финансирования для инновационных проектов

Продолжающийся финансово-экономический кризис привел к серьезному ухудшению ситуации с привлечением частного венчурного капитала. В связи с этим решение проблемы привлечения финансовых ресурсов требует от технопарков:

- поиска нестандартных схем привлечения внешнего финансирования инновационных проектов;
- создания максимально понятного и дружественного инвестору «климата»;
- увеличения предложения перспективных, с точки зрения инвестора, проектов.

Необходимость финансовой поддержки инновационных проектов за счет государственных программ безвозмездного финансирования (гранты, доленое финансирование, условно-возвратные кредиты) признается сегодня практически во всех странах, проводящих активную политику инновационного развития. В большинстве стран, в которых функционируют изученные инновационные центры, проблема финансирования инновационных проектов на доинвестиционной стадии их развития благополучно решена благодаря общенациональным государственным программам финансовой поддержки инновационного бизнеса. Тем не менее, в ряде случаев объемы и формы таких видов финансирования являются недостаточными, что для руководителей инновационных центров составляет огромную проблему – такого рода вопросы находятся вне пределов компетенции как управляющей компании, так и региональных властей и муниципалитетов. В этих условиях регионам и некоторым инновационным центрам приходится создавать собственные инструменты финансирования начинающих проектов, которые могли бы компенсировать дефицит финансирования по общенациональным программам. *К таким инструментам, в частности, относятся частно-государственные фонды, предлагающие инновационным проектам беспроцентные или условно-возвратные займы.* Стимулом для частных инвесторов, вкладывающих в такие фонды, помимо улучшения имиджа, могут стать льготы по региональным и муниципальным налогам.

Расширение спектра потенциальных источников внешнего финансирования возможно также за счет привлечения средств неквалифици-

рованных инвесторов в венчурные проекты. Термин «неквалифицированный инвестор» в данном контексте может относиться как к крупным институциональным, так и к мелким частным инвесторам, не имеющим опыта финансирования инновационных проектов. В Гонконге, например, средства таких инвесторов в венчурные проекты удалось привлечь за счет формирования *специальной «пакетной» инвестиционной схемы*, ориентированной на крупных предпринимателей, производителей оригинального оборудования, обладающих свободными денежными средствами. Специальная инвестиционная схема позволяет снизить уровень риска инвестиций за счет формирования пула акций стартапов, специализирующихся на развитии определенного семейства технологий. Вместо инвестиций в конкретную компанию, судьба которой мало предсказуема, инвестор получает возможность вложить средства в развитие всего кластера компаний, работающих в данном технопарке по определенной тематике. Важно отметить, что технопарк является совладельцем (не более 5% уставного фонда) всех стартапов, включенных в инвестиционный пул, это дает инвесторам дополнительную гарантию надлежащего надзора и контроля за эффективностью использования инвестиций.

Эффективное посредничество и налаживание коммуникаций между компаниями-резидентами с одной стороны и венчурными инвесторами и бизнес-ангелами с другой – обязательное условие успеха инновационного центра, одна из его важнейших функций. В полной мере это посредничество может быть успешным при соблюдении двух условий – при наличии подготовленного спроса на такого рода инвестиции (наличие достаточного числа качественных перспективных проектов, должным образом подготовленных и понятных инвесторам) и достаточного предложения.

Первая задача решается за счет создания эффективной системы бизнес-образования и бизнес-тренинга проектных команд на инкубационной стадии, а также проведением регулярных встреч резидентов инновационного центра с потенциальными инвесторами и проведение презентаций. Доверие инвесторов к малоизвестным инновационным проектам завоевывается, главным образом, за счет высокого качества процедур, используемых в инновационном центре для отбора лучших проектов, а также эффективности системы подготовки проектов. По сути, программы бизнес-образования, процедуры отбора проектов

и подготовки такого рода встреч рассматриваются как инструмент, снижающий риски инвесторов. В целом, решающее значение для эффективной презентации проектов инвесторам играют следующие факторы:

- качественные и прозрачные процедуры отбора проектов в бизнес-инкубаторы инновационного центра либо наличие серьезной конкуренции между проектами (очереди) за размещение в инновационном центре, которая способствует отбору лучших;
- проведение встреч с инвесторами, подготовка презентаций к этим встречам, подготовка бизнес-планов проектов является неотъемлемой частью программ бизнес-тренинга на инкубационной стадии;
- организация, которая проводит такого рода встречи, гарантирует, что к презентациям будут допущены только подготовленные проекты с проработанным и понятным потенциальным инвесторам бизнес-планом, с работающей организационной структурой, понимающие свою маркетинговую стратегию.

Важнейшим инструментом решения второй задачи является формирование вокруг инновационного центра устойчивого пула лояльных инвесторов, готовых инвестировать размещенные в них проекты. Формирование такого неформального пула чрезвычайно облегчает компаниям-резидентам доступ к венчурному капиталу, поскольку входящие в него инвесторы изначально ориентированы на работу с проектами данного инновационного центра, лояльны, имеют постоянные неформальные контакты с руководителями как управляющей компании, так и отдельных проектов, информированы о развитии и перспективах компаний-резидентов и доверяют используемым в центре процедурам отбора проектов и методикам их поддержки.

Заметную роль играют поддерживаемые государством национальные сети венчурных инвесторов и бизнес-ангелов, проведение при поддержке государственных институтов развития. Тем не менее, как показывает практика, создать устойчивый пул лояльных к инновационному центру венчурных инвесторов и бизнес-ангелов, опираясь исключительно на возможности такого рода сетей, вряд ли возможно. Особое значение играют личные связи и контакты руководителей управляющих компаний, а также контакты в рамках уже сформировавшихся в регионе сообществ инвесторов. В целом, наличие у руководителей управляющей компании инновационного центра обширных личных контактов среди руководителей венчурных фондов, действующих и потенциаль-

ных бизнес-ангелов, в целом ряде ведущих инновационных центров является одним из ключевых условий эффективной работы менеджеров, занимающих такие позиции.

2.3. Выстраивание горизонтальных связей

Формирование горизонтальных связей между участниками инновационной системы – исследователями, инновационными предпринимателями, венчурными инвесторами и институтами поддержки инновационного предпринимательства – это ключевое и необходимое условие создания успешного инновационного центра. Механизмы, стимулирующие возникновение горизонтальных связей, способствуют формированию и накоплению «социального капитала» – повышению уровня доверия и информированности друг о друге действующих лиц инновационной системы, благодаря чему снижаются издержки сотрудничества. В начинающих инновационных центрах, главной задачей которых является догоняющее развитие, такие связи компенсируют недостатки институциональной среды и необходимы, в первую очередь, для повышения уровня взаимного доверия между участниками инновационной экосистемы. В зрелых инновационных центрах сетевые и горизонтальные связи позволяют экономить временные и финансовые затраты на налаживание делового сотрудничества и являются катализатором развития инновационного бизнеса.

В целом, инструменты и управленческие технологии, используемые для стимулирования создания горизонтальных связей, призваны решить четыре основные проблемы:

- дефицит информации участников инновационной системы друг о друге, а также о ситуации на соответствующих рынках, тенденциях в развитии технологий;
- отсутствие механизмов и постоянных площадок для установления личных и деловых контактов;
- дефицит доверия между участниками инновационной системы;
- проблема статуса: никому не известный руководитель начинающего технологического предприятия, которое потенциально могло бы быть интересно крупной корпорации или крупному венчурному инвестору, зачастую не представляет, как обратить на себя внимание «старших».

Наиболее простой и очевидный способ стимулировать создание горизонтальных связей между различными участниками инновационной системы – собрать их под одной крышей. Создание удобных площадок для общения, где различные участники инновационной системы – университетские исследователи, сотрудники НИОКР-подразделений крупных компаний, участники наукоемких стартапов, представители сервисных компаний, предлагающих услуги технологическому бизнесу – могли бы регулярно пересекаться в повседневной деятельности, заводить знакомства, делиться идеями и выстраивать партнерские отношения. Это важнейшая задача бизнес-инкубаторов и технопарков.

Помимо функции площадки для общения, инновационный центр должен выполнять функции рекомендателя размещенных в нем компаний. Подавляющее большинство опрошенных экспертов подчеркивают важность постоянных личных контактов менеджеров управляющих компаний инновационных центров со всеми значимыми участниками региональной инновационной системы. Речь идет, прежде всего, об университетах, исследовательских центрах, крупных корпорациях, венчурных инвесторах и государственных агентствах, занимающихся поддержкой инновационного бизнеса. Причем контакты эти должны поддерживаться не только и не столько с руководителями первого звена, но и непосредственно с теми, кто может оказаться полезен начинающему инновационному предприятию. Использование такого рода связей значительно расширяет возможности не только самого инновационного центра, но и разместившихся в нем стартапов. Инновационный центр и его менеджеры делятся своими личными контактами и репутацией с начинающими предпринимателями. Возможность получить рекомендацию и связаться напрямую с необходимым человеком или организацией зачастую оказывается более важной, нежели финансовая или консультативная поддержка.

Еще одним важным инструментом создания горизонтальных связей между участниками инновационной системы многих успешных инновационных центров являются автономные сетевые организации (специализированные сети). Как правило, такого рода сетевые структуры формировались вокруг того или иного «опорного» института – чаще всего ими оказывались университеты, технопарки, а также региональные государственные и муниципальные агентства, ответственные за проведение инновационной политики.

Одним из наиболее ярких примеров таких специализированных сетевых организаций, объединяющих и обслуживающих участников инновационной системы, является сеть Connect, действующая в регионе Сан-Диего, Южная Калифорния. Во многом благодаря Connect Сан-Диего в последние годы начал выигрывать конкуренцию у расположенной по соседству Кремниевой долины. Сеть предлагает услуги во многих областях: помощь в создании и развитии технологических предприятий, повышение инвестиционного качества малых технологических компаний, создание горизонтальных связей между инвесторами и инновационными компаниями, помощь в формировании кластеров высокотехнологичных компаний, GR, стратегические исследования, лоббизм и участие в формировании национальной инновационной политики, продвижение на национальном и международном уровне технологических компаний региона, профессиональное образование, обмен опытом и популяризация технологического предпринимательства в обществе, оказание юридической и консультативной помощи в создании отраслевых профессиональных объединений.

Еще одним ярким примером автономной сетевой организации, ориентированной на обслуживание участников инновационной системы, является Ассоциация выпускников университета Цинхуа, которая играет существенную роль в формировании инновационной экосистемы в технопарке Туспарк и в значительной мере нивелирует недостатки институциональной среды, препятствующие развитию инновационного предпринимательства в КНР.

Несмотря на существенные различия между перечисленными выше успешными автономными сетевыми организациями, можно выделить ряд факторов, которые в конечном итоге обеспечили их эффективность и популярность у участников региональных инновационных систем:

- инструменты и сервисы, предлагаемые сетью, должны удовлетворять потребности потребителей в данном месте и в данное время;
- сильный бренд и высокая репутация среди всех участников ИС;
- готовность участников инновационной системы к сотрудничеству;
- адаптивность и гибкость.

Существует еще две особенности, которые отличают успешные сети, объединяющие профессионалов и призванные облегчить их деловые контакты. Во-первых, они должны пользоваться высоким ав-

торитетом у всех участников процесса, представлять сообщество профессионалов, избавленное от случайных людей. А во-вторых, они должны рассматриваться профессионалами как действующий и эффективный инструмент ведения бизнеса. Ни то, ни другое невозможно *без применения механизмов или отбора лучших (стартапов, венчурных инвесторов и т.д.) или же выделения целевых групп для участия в специализированных мероприятиях. Более того, многие из таких мероприятий могут быть организованы только в формате «закрытого клуба».* К таковым, например, можно отнести один из «хитов» сети Connect из Сан-Диего – венчурные круглые столы – закрытые неформальные встречи крупных венчурных инвесторов с технологическими стартапами, отобранными авторитетным жюри в ходе многоэтапного конкурса. Эффективность таких встреч обуславливается тем, что вызывающие доверие инвесторов конкурсные процедуры фактически заменяют собой начальный этап due diligence стартапа, претендующего на инвестиции.

2.4. Создание эффективной технопарковой инфраструктуры

Технопарк – это не здания, а сложная бизнес-среда, которая стимулирует рост инновационных компаний и которая формируется под влиянием специфических местных условий и потребностей рынка. Технопарк – это не место, а процесс. И главной задачей технопарков обязательно должна быть помощь разместившимся в них компаниям. Поэтому, с одной стороны, технопарк – это действительно офис, где размещаются, встречаются и общаются его резиденты и их клиенты, а с другой – это набор конкретных и крайне разнообразных услуг, оказываемых этим резидентам.

Если ретроспективно проанализировать тренды территориального размещения технопарков, то можно заметить, что вплоть до 1980-х годов существовала устойчивая тенденция выводить за пределы существующих муниципий, строить «города будущего» в чистом поле. Однако в последнюю четверть века все большую популярность получает идея научного парка внутри города. Так проще установить связь инноваторов с финансистами, к тому же сам парк становится градообразующим предприятием. Поэтому сейчас научные и технологические парки по большей части – городское явление. Две трети современных научных

парков расположены на территории города, а треть – в непосредственной близости, на расстоянии до 50 км от него.

В целом, опыт последних десятилетий однозначно свидетельствует в пользу *территориальной интеграции технопарков в города или пригороды*, поскольку такой подход позволяет снизить издержки на создание необходимой инфраструктуры, а также облегчает выстраивание отношений с внешним миром и способствует притоку резидентов и их клиентов.

Что же касается азиатских технопарков, то главными инициаторами и операторами подобных проектов здесь, в отличие от Европы, служат не региональные и муниципальные власти, а госорганы национального уровня. Как правило, технопарки рассматриваются здесь как инструмент догоняющего развития. Характерно, что первые крупные азиатские технопарки опирались на опыт не только крупнейших американских инновационных центров, например Кремниевой долины, но и советских наукоградов. Большинство крупнейших азиатских технопарков и технополисов подразумевают освоение значительных территорий и, по сути, являются самостоятельными масштабными градостроительными проектами, в той или иной степени вписанными в планы развития близлежащих мегаполисов.

Резидентами технопарков могут выступать:

- вышедшие из инкубатора молодые инновационные компании;
- крупные компании – как международные, так и транснациональные;
- исследовательские центры университетов;
- стартапы (если в технопарке функционирует бизнес-инкубатор).

Однако, вне зависимости от соотношения между этими «жильцами», опыт успешных технопарков показывает, что их инфраструктура и предоставляемый набор услуг в первую очередь должны быть ориентированы на начинающие предприятия. Во-первых, крупные компании в гораздо меньшей степени зависимы от наличия в технопарке тех или иных сервисов. Они приходят сюда не за ними, а за возможностью использовать потенциал начинающих предприятий, которые этот потенциал максимально реализуют лишь при создании соответствующих условий. Во-вторых, если рассматривать технопарки как институт регионального развития и трансформации региональной экономики, ориентация на поддержку стартапов и малых инновационных пред-

приятий позволяет создать наибольшее число рабочих мест в наукоемких отраслях, поскольку крупные корпорации, напротив, стремятся к оптимизации числа рабочих мест. Наконец, малые технологические компании чаще, чем крупный корпоративный бизнес, являются создателями по-настоящему прорывных инноваций, способных привести к существенному изменению существующих или же созданию новых рынков.

В связи с этим предлагаемая технопарком инфраструктура должна быть ориентирована на удовлетворение потребностей именно этой целевой группы потребителей – малых технологических предприятий. Причем технопарк должен предлагать им именно такую инфраструктуру и набор услуг, которые такие предприятия не смогут найти в другом месте. Например, речь может идти о небольших (до 60 кв. метров) биолaborаториях с подведенными необходимыми коммуникациями (вода, холод, лабораторные газы), оснащенных минимально необходимым оборудованием и системами очистки и соответствующих всем требованиям безопасности. Вне стен технопарка найти такие помещения за разумные деньги невозможно в большинстве европейских, американских или азиатских городов.

Поэтому, *если говорить о помещениях, как лабораторных, так и офисных, на первый план выходит их адаптивность и возможность быстрого расширения в соответствии с изменениями нужд растущей компании.* Корпуса многих успешных технопарков представляют собой «коробки», лишенные капитальных внутренних стен, которые можно быстро (в течение 1-2 месяцев) перепланировать в соответствии с запросами и возможностями конкретного проекта. Адаптивность помещений является важнейшим фактором, обеспечивающим наполняемость технопарка и его устойчивый рост, а значит, и устойчивость его бизнес-модели. Так, опыт финских технопарков показывает, что такого рода проекты достигают точки безубыточности, когда их площадь превышает 20 тыс. кв. метров при их заполняемости не ниже 95%.

Тот же принцип справедлив и относительно услуг по ведению и развитию бизнеса, предлагаемых резидентам технопарков. Начинающему инновационному предприятию должны оказываться только такие услуги, которые ему действительно в данный момент нужны. Качество оказываемых услуг, степень их индивидуализации является одним из важнейших факторов успешной конкуренции технопарка за луч-

шие проекты и талантливых людей. Именно поэтому в технопарках, которые вынуждены выдерживать жесткую конкуренцию за лучшие проекты с другими инновационными центрами (в первую очередь это относится к азиатским инновационным центрам, решающим задачи догоняющего развития, которые вынуждены собирать первоклассные проекты буквально «с миру по нитке») адаптацией предоставляемых услуг под нужды каждого конкретного проекта могут заниматься отдельные службы. Иными словами, индивидуальная настройка сервиса здесь ведется в «ручном режиме».

Вопрос о необходимости создания центров коллективного использования научно-исследовательского оборудования для резидентов технопарка не имеет однозначного ответа. В некоторых успешных технопарках такие центры существуют и рассматриваются как важный элемент инфраструктуры, облегчающий рост малых наукоемких компаний и снижающий их капитальные расходы. В других, не менее успешных (например, технопарк Biopôle в Монпелье) от центров коллективного использования решили отказаться, поскольку их услуги не пользовались спросом компаний-резидентов. Тем не менее, большинство экспертов говорят о желательности размещения в стенах технопарков лабораторий университетов и других центров НИР. Более того, для ряда успешных технопарков наличие в их стенах сильных университетских исследовательских лабораторий является одним из основных конкурентных преимуществ (например, это научный парк Бегбрук, Великобритания).

Наконец, важной, хотя и не очевидной на первый взгляд, адаптивной функцией технопарка является создание комфортных условий для общения. По этой причине крайне желательно объединять под одной крышей компании, находящиеся на разных стадиях развития (например, размещать в одном технопарке как малые инновационные предприятия, так и подразделения крупных корпораций), а также лаборатории университетов и центры НИОКР крупных компаний. Как отметили создатели таких успешных технопарков, как Technopolis в г. Оулу (Финляндия) и Идеон в г. Лунд (Швеция), самой важной частью технопарка являются, без всякой иронии, рестораны (в Оулу – еще и сауны). В целом, примерно треть площади успешных европейских технопарков отведено под общественные пространства.

2.5. Выстраивание общественных связей и создание репутации (PR и брендинг)

Способность выстроить содержательный диалог с обществом (в самом широком смысле) и его отдельными элементами (бизнесом и академической средой) является одним из ключевых факторов устойчивого развития инновационных центров и научных парков. Вопросы идентичности, позиционирования, выбора эффективной стратегии развития индивидуальных брендов стали особенно актуальны в последние годы по мере роста числа инновационных центров в мире, обострения конкуренции между ними и, что важно отметить, нарастающего размытия базового бренда – «научный парк».

В целом, с точки зрения эволюции брендов, научные парки и инновационные центры могут быть разделены на три группы:

- парки, бренды которых выстроены на основе репутаций базовых исследовательских институтов и университетов;
- парки, PR-капитал которых является производным от брендов крупнейших резидентов;
- смешанные варианты брендов, возникшие за счет синергии репутации базовых научных институтов и крупнейших или наиболее успешных резидентов.

Для каждой из этих групп составляющие сильного бренда различны. Факторы, формирующие сильный бренд инновационного центра, можно разделить на две группы. Первая включает средовые факторы, находящиеся вне пределов контроля самих научных парков: научная репутация базового вуза, уровень технологического, промышленного, инфраструктурного и социально-экономического развития региона, а также регионального рынка труда, качество государственной поддержки инновационной экономики. Ко второй относятся управляемые факторы, которые напрямую зависят от стратегии и политики развития, выбранной конкретным научным парком или инновационным центром. Основные управляемые факторы: присутствие крупных международных компаний, истории успеха, позитивное влияние на экономику региона, качество используемых процедур и управления операционной деятельностью инновационного центра, качество и ассортимент предоставляемых резидентам услуг, эффективная система продвижения бренда и распространения информации о центре.

Однако, в этом сходятся большинство экспертов, существует одно общее условие: чтобы быть сильным, бренд должен быть точным. Развитие долгосрочного высокорискового проекта, каким является научный парк или инновационный центр, в значительной степени зависит от тех ожиданий, которые формируются в обществе в отношении его результатов. Главным риском здесь является возникновение негативной обратной связи, когда подобные ожидания оказываются завышенными или просто ошибочными. Зачастую это происходит при оценке промежуточных результатов или сопоставлении «достижений» с аналогичными проектами в других странах. Избежать этой ловушки можно только путем постоянной разъяснительной работы с медиа. Общество должно четко понимать, какие задачи и цели стоят перед конкретным технопарком, видеть потолок его возможностей, понимать направление и стратегию развития.

Подготовка и реализация стратегии развития бренда научного парка, как показывает опыт наиболее успешных из них, основывается на следующих общих принципах.

Во-первых, стратегия развития бренда научного парка должна обеспечивать привлечение и поддержку ключевых групп интересов: государство, вузы, бизнес и непосредственно компании-резиденты. Соответственно, процесс формулирования стратегии должен отталкиваться от идентификации их запросов и включать выработку ответов на то, каким образом научный парк может способствовать их удовлетворению.

Во-вторых, бренд научного парка должен акцентировать позиционирование данного технопарка в глобальном и национальном масштабе. В условиях острой конкуренции за ресурсы развития (перспективные проекты, венчурное финансирование, квалифицированный персонал) научному парку необходимо сформулировать уникальное предложение именно для тех потенциальных резидентов и контрагентов, которые могут быть максимально полезны для достижения его стратегических целей.

В-третьих, стратегия развития бренда должна быть динамичной и учитывать изменения как в уровне развития самого научного парка, его резидентов, так и гибко реагировать на изменения во внешней социально-экономической среде.

Важно отметить, что сильный бренд является не только обязательным условием успешного развития самого инновационного цен-

тра, но и инструментом поддержки начинающих инновационных компаний. Судьба научного парка или инновационного центра – это практически всегда производная от успехов и неудач его резидентов. Однако на начальной стадии развития стартапов, пока у них нет собственного «послужного списка», их восприятие со стороны банков, венчурных компаний и других контрагентов в значительной степени определяется репутацией технопарка, резидентами которого они являются.

2.6. Организация работы управляющих органов инновационного центра

Инновационный центр принято рассматривать, в первую очередь, как институт развития, призванный способствовать росту наукоемких отраслей, увеличению численности высокооплачиваемых рабочих мест, коммерциализации передовых технологий, привлечению частных инвестиций в систему НИР и т. д. Однако зачастую упускается из виду, что инновационный центр является организацией, ведущей хозяйственную деятельность. Между тем эта сторона их деятельности имеет ключевое значение, в том числе и для оказания эффективной поддержки инновационному бизнесу.

Как это ни парадоксально звучит, инновационный центр должен рассматриваться не только как институт инновационного развития, но и как девелоперский проект, пусть и довольно специфичный и ориентированный на особую группу потребителей. Операционная окупаемость (а в идеале – способность генерировать прибыль) и наличие у инновационного центра устойчивой бизнес-модели является непременным условием его успеха. Речь идет не только о достижении финансовой самодостаточности и устойчивости, хотя они также важны и являются условием устойчивого развития инновационного центра. Устойчивая бизнес-модель также позволяет сделать более понятными и прозрачными отношения между управляющей компанией и собственниками инновационного центра и компаниями-резидентами. Суть этих отношений сводится к простой схеме «клиент – поставщик услуг»: инновационные компании покупают по рыночной цене у инновационного центра те услуги (аренда, услуги по развитию и ведению бизнеса), которые им действительно необходимы.

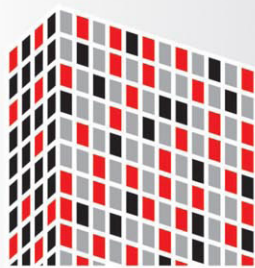
Эффективно функционирующие инновационные центры обладают разнообразными организационно-правовыми формами и имеют различные структуры управления. *Объединяет их одно – во всех рассмотренных случаях органы управления инновационным центром обладают значительной автономией в принятии решений по отношению к учредителям и собственникам.* В первую очередь это относится к собственнику в лице государства и (или) органов муниципальной власти там, где они участвовали в создании инновационного центра.

Автономия управляющих органов выражается не только в их независимости в управлении текущей деятельностью инновационных центров и инвестиционных решений, но и в их кадровом составе. Управляющие органы успешных инновационных центров формируются, как правило, из независимых директоров, которые чаще всего являются профессиональными менеджерами с обширным опытом работы в частном бизнесе. Важность привлечения к управлению инновационным центром независимых профессиональных менеджеров с опытом работы в бизнесе обусловлена несколькими факторами:

- основная задача инновационного центра заключается в создании благоприятной бизнес-среды и предоставлении востребованных инновационными компаниями услуг по ведению и развитию бизнеса. Справиться с этой задачей могут только управленцы, сами имеющие опыт ведения бизнеса, поскольку только они понимают, какие именно услуги нужны и как они должны оказываться;
- руководители управляющей компании инновационного центра должны иметь опыт работы в организации, зарабатывающей, а не распределяющей деньги. Если государство прямо или через своих представителей начинает оказывать слишком большое влияние на управление инновационным центром, существует большое его превращение из центра оказания услуг инновационному бизнесу, работающего на основе понятной бизнес-модели (клиент – поставщик услуг), в центр распределения государственной поддержки;
- инновационный центр – это долгосрочный проект, горизонт планирования которого составляет минимум 15–20 лет, а государство (за редкими исключениями) является чрезвычайно нетерпеливым и непоследовательным управленцем;
- задачей управляющей компании инновационного центра не может быть только получение прибыли. И именно по этой причине управ-

ляющие органы инновационного центра должны обладать автономией не только от органов государственной власти, но и от частных инвесторов и акционеров.

Еще одна принципиально важная черта, отличающая систему управления успешных инновационных центров – в них отсутствует единый центр принятия решений, который координировал бы «сверху» деятельность всех институтов поддержки инновационного бизнеса, зачастую имеющих схожие задачи и разную подведомственность. Функции управляющих компаний, как правило, сводятся к управлению имуществом инновационного центра, а также предоставлению услуг по ведению и развитию бизнеса компаниям-резидентам. В «зрелых» инновационных центрах помимо них услуги и поддержку инновационным компаниям оказывают различные государственные, университетские, частные и общественные институты, функции которых могут пересекаться, а действия не всегда согласованы. Однако, как показывает опыт успешных инновационных центров, единственным способом эффективно устранить эти противоречия является организация регулярных встреч руководителей управляющей компании с руководителями работающих в нем независимых институтов поддержки, поиск компромиссов, а отнюдь не создание единого координационного центра или «суперадминистратора».



**SOCHI
BUILD**

24 – 27 ОКТЯБРЯ 2012, г. СОЧИ
Павильоны у Морпорта

SOCHI BUILD

XII МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ



АРХИТЕКТУРА. СТРОИТЕЛЬСТВО. БЛАГОУСТРОЙСТВО



СПОРТИВНЫЕ ОБЪЕКТЫ –

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО, ОСНАЩЕНИЕ



КЛИМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ. ТЕПЛО–, ГАЗО–, ВОДОСНАБЖЕНИЕ



ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА



СТРОЙСПЕЦТЕХНИКА. ДОРОГА. ТОННель



ДИЗАЙН ИНТЕРЬЕРА, ЭКСТЕРЬЕРА. ДЕКОР



ЗАГОРОДНОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ. ЛАНДШАФТНЫЙ ДИЗАЙН



ЭКОЛОГИЯ. БЕЗОПАСНОСТЬ



При поддержке:



Администрации г. Сочи



Союза Строителей (работодателей) Кубани



Торгово-промышленной палаты г. Сочи

Официальный партнер:



Автоград

Официальный дилер SKODA

Генеральный информационный спонсор:



Главный информационный партнер:



Специальный информационный партнер:



Региональный информационный партнер:



Партнер:



ГРУППА КОМПАНИЙ
ИВЕНТ-СЕРВИС



СОЧИЭКСПО

Выставочная компания «Сочи-Экспо ТПП г. Сочи»

Тел./факс: (862) 264-87-00, 264-23-33, 264-75-55, (495) 745-77-09

e-mail: m.lepikova@sochi-expo.ru; www.sochi-expo.ru

на правах рекламы

УДК 691.175.2-022.532

СМІРНОВ Владимир Алексеевич, канд. техн. наук, доц., ведущий научный сотрудник научно-образовательного центра по направлению «Нанотехнологии»;

КОРОЛЕВ Евгений Валерьевич, д-р техн. наук, проф., директор научно-образовательного центра по направлению «Нанотехнологии»

Московский государственный строительный университет, Россия

SMIRNOV Vladimir Alexeevich, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,

Leading Research Officer of the Research and Educational Center «Nanotechnology»;

KOROLEV Evgenij Valerjevich, Doctor of Engineering, Professor, Director of the Research and Educational Center «Nanotechnology»

Moscow State University of Civil Engineering, Russian Federation

НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫЕ ЭПОКСИДНЫЕ КОМПОЗИТЫ¹

NANOMODIFIED EPOXY COMPOSITES¹

Приведен краткий обзор методов повышения показателей эксплуатационных свойств композиционных материалов с эпоксидной матрицей. Предложен новый метод, включающий синтез наноразмерных новообразований на межфазной границе. Приведены результаты исследования показателей свойств наномодифицированных дисперсно-наполненных композитов.

The paper provides brief review of the methods for improvement of operational characteristics of composite materials with epoxy matrix. The new method including the synthesis of nanoscaled neoplasms at the interface has been proposed. The results showing the characteristics of nanomodified disperse-filled composites are presented.

Ключевые слова: эпоксидный композит, полисилоксан, наномодифицирование.

Key words: epoxy composite, polysiloxane, nanomodification.

¹ Работа подготовлена при поддержке ГК 16.518.11.7080 от 26.08.2011 г.

Тематика основной части работ, связанных с реализацией нанотехнологии в строительном материаловедении, отражает интерес исследователей к свойствам цементного бетона [1] – ключевого материала строительной индустрии. Вместе с тем, многообразие исходных компонентов (олигомеров, сшивающих агентов, модификаторов и дисперсных фаз) композиционных материалов с термореактивной матрицей является одной из предпосылок резервов усиления таких композитов и, как следствие, их успешного применения в качестве конструкционных и функциональных материалов в строительстве. Композиции на основе реактопластов могут успешно применяться при формировании отдельных структурных уровней строительных композитов [2].

Возможности для достижения требуемых показателей эксплуатационных свойств композиционных материалов с эпоксидной матрицей на основе реактопластов могут быть реализованы большим числом способов: введение в матричный материал пластифицирующих добавок; введение веществ, сополимеризующихся с олигомером в блоке; введение активных (усиливающих) дисперсных наполнителей; хаотическое и непрерывное армирование. Известны также исследования взаимосвязей показателей макроскопических свойств с порядком выполнения технологических операций при изготовлении композита.

К настоящему времени общепризнано, что одним из наиболее эффективных способов управления свойствами полимерных композитов является использование комплекса мер, направленных или на улучшение адгезионной связи на границе раздела фаз, или на формирование переходных слоев, способствующих релаксации напряжений и увеличивающих полноту включения дисперсной фазы в механическую работу композита.

Экспериментальные результаты свидетельствуют [3], что типичное значение толщины переходного слоя синтезируемых новообразований, формирование которого на межфазной границе достаточно для реализации комплекса положительных изменений эксплуатационных свойств, по порядку величины близко к 10 нм. Свойства новообразований с такими размерами существенно зависят от масштаба [4]; проявление мас-

штабного фактора – характеристический признак, позволяющий говорить о наномодификации полимерных композитов.

Практическая реализация нанотехнологии при изготовлении композиционных материалов с эпоксидной матрицей осуществляется посредством технологических операций нанесения слоя прекурсора на поверхность тонкодисперсного наполнителя с последующей тепловой обработкой по оптимальному режиму.

В качестве прекурсора целесообразно применять олигомер с силоксановой связью в основной цепи. Базой для такого выбора являются не только известные представления о свойствах полисилоксанов, но и выполненные нами экспериментальные исследования модельных систем, включающих выбранный прекурсор. В качестве модельной системы (рис. 1, 2) использован дисперсно-наполненный композит, изготовленный на основе диановой смолы ЭД-20, отверждаемой алифатическим аминным агентом. Дисперсная фаза – полые стеклосферы диаметром 5...30 мкм – обработана раствором силоксанового олигомера в ароматическом растворителе. Результат обработки – создание слоя увеличенной толщины (до 500 нм) с целью регистрации структурных изменений матрицы композита методами, наиболее подходящими для исследования структуры полимера в блоке. В качестве указанного метода, помимо прочих, нами использована спектроскопия комбинационного рассеяния.

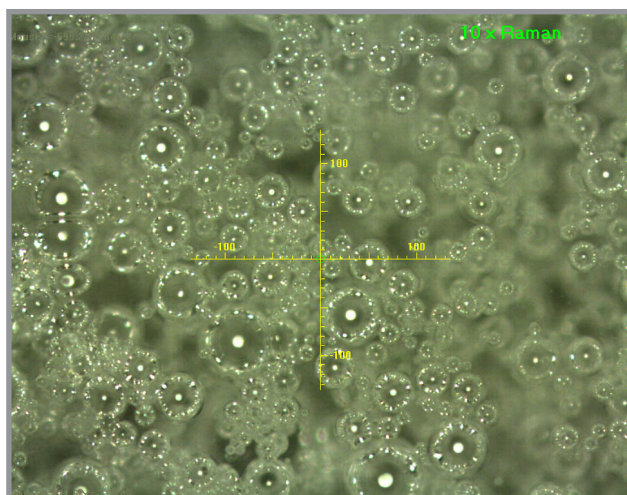


Рис. 1. Оптическое изображение модельной системы

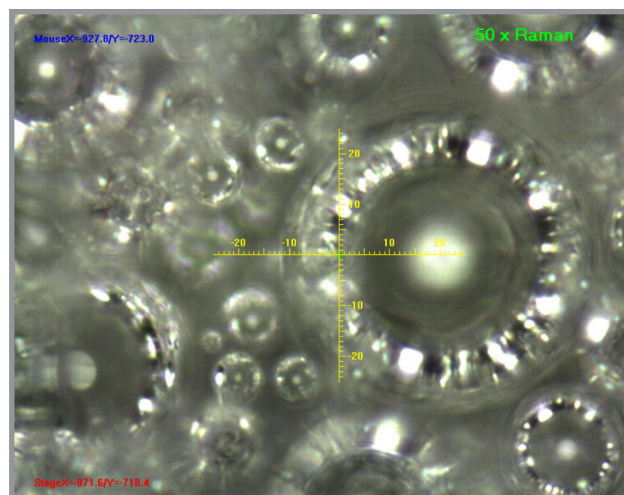


Рис. 2. Фрагмент оптического изображения модельной системы

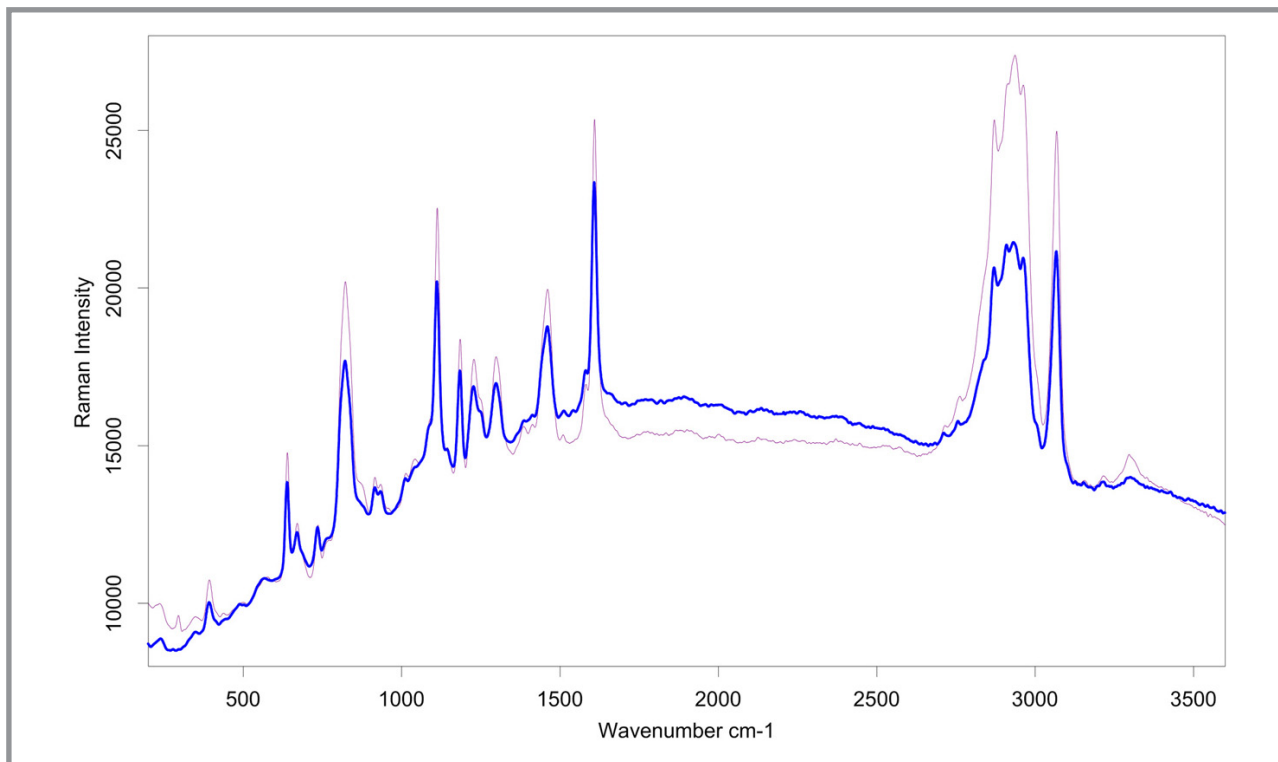


Рис. 3. Раман-спектры контрольной (синяя кривая) и модельной систем (длина волны возбуждения – 532 нм)

Контрольная система включала необработанные стеклосферы. Объемные доли стеклосфер для контрольной и модельной систем совпадали.

Сравнительный анализ спектров комбинационного рассеяния (рис. 3) в диапазоне $200...3600\text{ см}^{-1}$ свидетельствует, что введение силоксана может сопровождаться, в частности, увеличением степени кристалличности продуктов отверждения эпоксидного олигомера: об этом свидетельствует повышенная интенсивность пиков, отвечающих надмолекулярным структурам с повышенной упорядоченностью.

Реализация технологических операций формирования слоя новообразований сопровождается положительными изменениями всего комплекса эксплуатационных свойств композита (дисперсная фаза которого имеет удельную поверхность $200\text{ м}^2/\text{кг}$).

Линии равного уровня экспериментально-статистических моделей пределов прочности при сжатии (рис. 4) и изгибе (рис. 5) свидетельству-

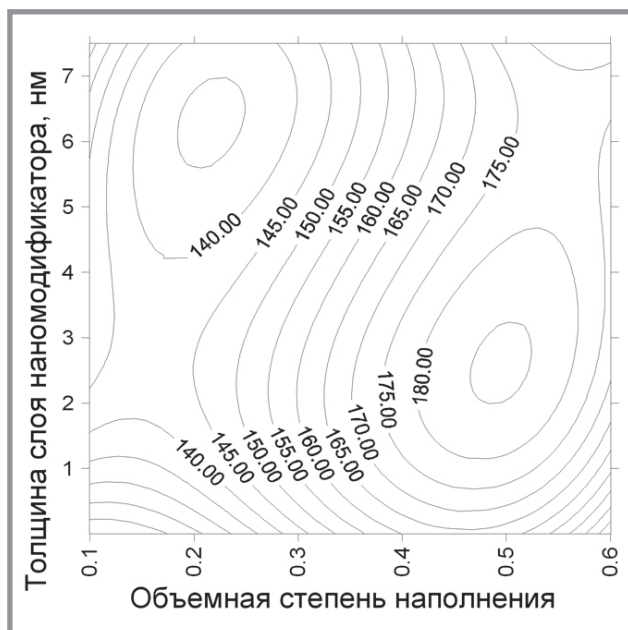


Рис. 4. Линии равной прочности при сжатии

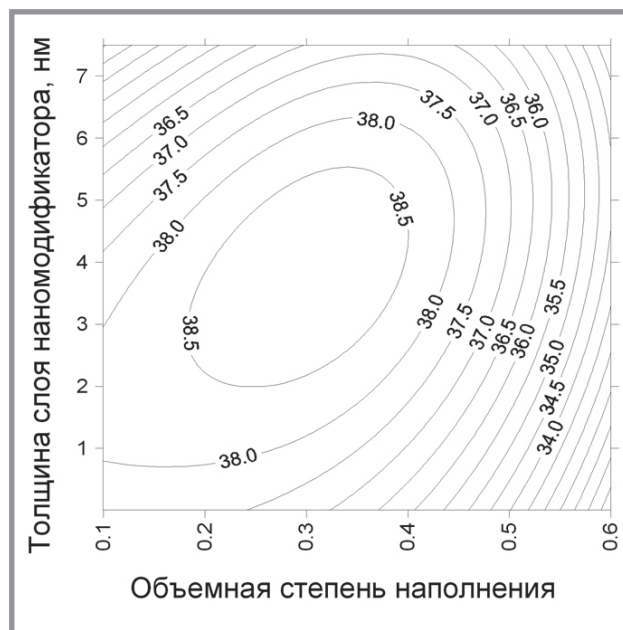


Рис. 5. Линии равной прочности при изгибе

ют, что для реализации комплекса оптимальных физико-механических показателей достаточен слой новообразований, толщина которого составляет от 2...3 нм (локальный максимум предела прочности при сжатии) до 4...5 нм (максимум предела прочности при изгибе). Избыток прекурсора сопровождается снижением прочности при сжатии, в особенности – для составов с малой объемной долей дисперсной фазы (локальный минимум на рис. 4).

Наномодифицирование приводит к повышению показателей барьерных свойств. В частности, снижается водопоглощение, возрастает водостойкость композита. Показатели одного из важнейших барьерных свойств – стойкости к воздействию климатических факторов – также возрастают (рис. 6).

Известно, что коэффициент стойкости в первую очередь определяется двумя факторами: степенью деградации матрицы и степенью разупрочнения контактных слоев под влиянием атмосферных воздействий. Второй из факторов является определяющим для состава с высокой объемной долей дисперсной фазы (снижение прочности для состава 60 об. % дисперсной фазы составило примерно 50%). Наномодификация при эквивалентной (условной) толщине слоя 5 нм нивелирует негативные эф-

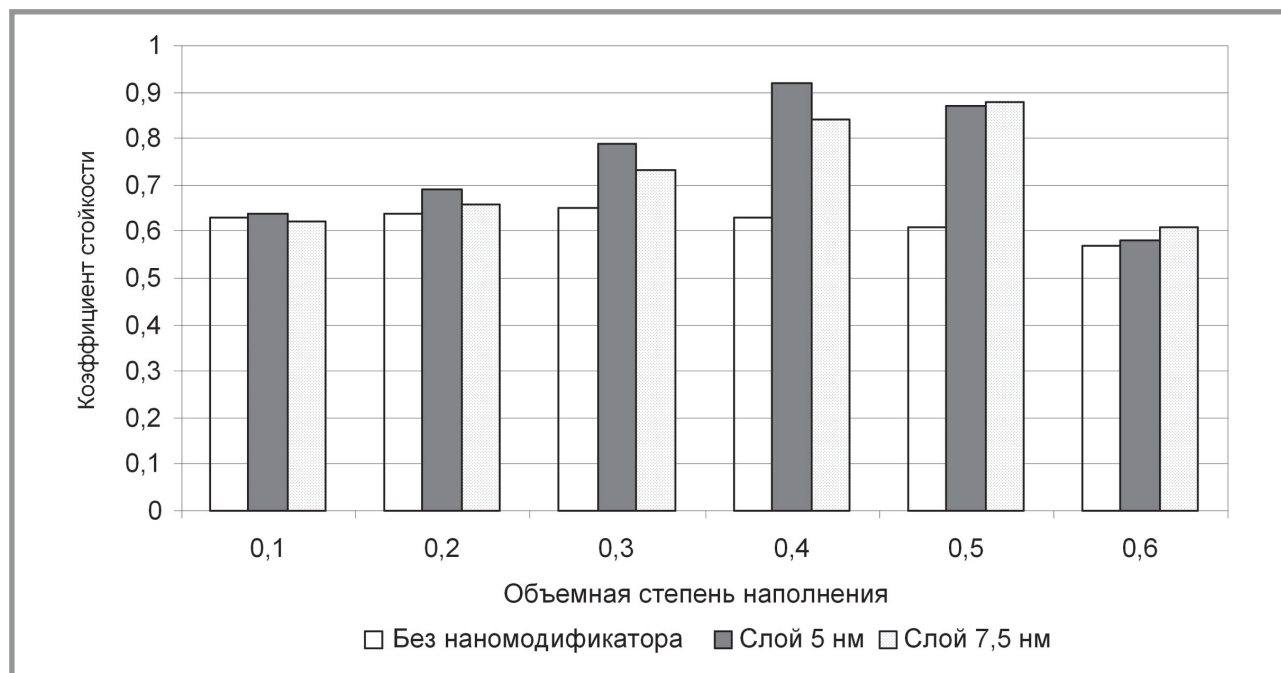


Рис. 6. Коэффициент стойкости наномодифицированного ЭК

факты влияния климатических факторов: разупрочнение для состава с оптимальной (в отношении первоначального значения предела прочности при сжатии) объемной степенью наполнения не превышает 25%. Нанесение слоя оптимальной толщины позволяет получить материал, коэффициент стойкости которого составляет до 0,92. Увеличение толщины слоя наномодификатора сверх оптимального значения негативно сказывается на стойкости к воздействию климатических факторов, что можно объяснить меньшей гидролитической устойчивостью слоев наномодификатора избыточной толщины.

Экспериментально-статистические модели показателей макроскопических свойств наномодифицированного эпоксидного композита:

- предел прочности при сжатии, МПа:

$$R_p = 163 + 32,9x_1 - 16,7x_2 - 1,17x_1^2 - 6,17x_2^2 + 8,88x_1^2x_2 - 0,86x_1x_2^2 - 12x_1^3 - 7,87x_2^3;$$

- предел прочности при изгибе, МПа:

$$R_b = 38,8 - 0,75x_1 + 0,335x_2 + 0,85x_1x_2 - 1,53x_1^2 - 0,9x_2^2 + 0,178x_1^2x_2 + 0,034x_1x_2^2 - 0,34x_1^3 - 0,157x_2^3;$$

- модуль деформации, ГПа:

$$E_p = 4,43 + 2,02x_1 - 0,1x_2 + 0,58x_1^2 - 0,22x_1^3;$$

- водопоглощение, %:

$$W_a = 0,38 + 0,14x_1 - 0,2x_1x_2 + 0,1x_1^2 + 0,03x_2^2 - 0,16x_1^2x_2 + 0,11x_1x_2^2;$$

- коэффициент водостойкости:

$$K = 0,9 - 0,04x_1 + 0,02x_1x_2 - 0,04x_1^2 - 0,03x_2^2 + 0,02x_1^2x_2 - 0,03x_1x_2^2.$$

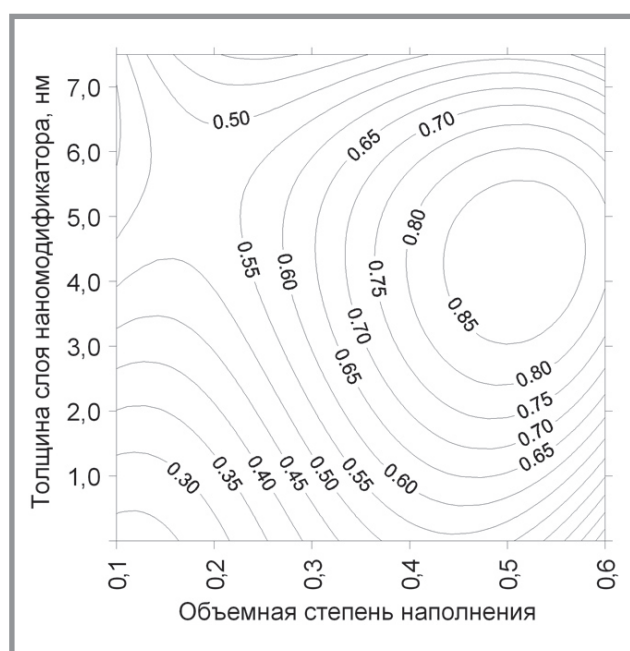


Рис. 7. Линии равного качества наномодифицированного композита

На основе полученных экспериментально-статистических моделей с использованием предложенных в [5] методик была выполнена многокритериальная оптимизация качества композита. Линии равного качества $q \in [0;1]$ приведены на рис. 7.

Как следует из рис. 7, для получения высококачественного материала толщина слоя новообразований на частицах тонкодисперсного наполнителя должна составлять 4...5 нм. Формирование такого слоя сопровождается улучшением всего комплекса показателей макроскопических свойств композита.

Библиографический список:

1. Гусев Б.В. Проблемы создания наноматериалов и развития нанотехнологий в строительстве // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2009. № 2. С. 5–10. URL: <http://nanobuild.ru> (дата обращения 15.06.2012).
2. Структура и свойства крупнопористых каркасов для радиационно-защитных материалов / Е.В. Королев, О.В. Королева, А.П. Самошин, В.А. Смирнов // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2010. № 1 (13). С. 308–314.
3. Королев Е.В. Радиационно-защитные и химически стойкие серные строительные материалы / Е.В. Королев, Ю.М. Баженов, А.И. Альбакасов. Пенза-Оренбург: ИПК ОГУ. 2010. 364 с.
4. Смирнов В.А., Королев Е.В., Альбакасов А.И. Размерные эффекты и топологические особенности наномодифицированных композитов // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2011. № 4. С. 17–27. URL: <http://nanobuild.ru> (дата обращения 15.06.2012).
5. Гарькина И.А. Преодоление неопределенности целей в задачах многокритериальной оптимизации на примере разработки сверхтяжелых бетонов для защиты от радиации / И.А. Гарькина, А.М. Данилов, Е.В. Королев, В.А. Смирнов // Строительные материалы. 2006. № 8. С. 23–26.

References:

1. Gusev B.V. The problems of nanomaterials creation and nanotechnologies development in construction industry // Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal. M.: CNT «NanoStroitelstvo». 2011. № 4. P. 17–27. URL: <http://nanobuild.ru> (Date access 15.02.2012).
2. Korolev E.V., Koroleva O.V., Samoshin A.P., Smirnov V.A. Structure and properties of frames for radiation-protective materials // News of the Kazan State University of Architecture and Construction. 2010. № 1 (13). P. 308–314.
3. Korolev E.V. Radiation-protective and chemical resistant sulfur construction materials / E.V. Korolev, Ju.M. Bazhenov, A.I. Albakasov. Penza-Orenburg: IPK OGU. 2010. 364 p.
4. Smirnov V.A., Korolev E.V., Albakasov A.I. Size effects and topological characteristics of nanomodified composites // Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal. M.: CNT «NanoStroitelstvo». 2011. № 4. P. 17–27. URL: <http://nanobuild.ru> (Date access 15.02.2012).
5. Garkina I.A. Resolution of the objective uncertainty in multicriteria optimization illustrated by development of radiation-protective concrete // Stroitelnyje Materialy. 2006. № 8. P. 23–26.

Контакты**Contact information**e-mail: smirnov@nocnt.rue-mail: korolev@nocnt.ru

Международная выставка городских технологий

CityBuild
ГОРОДСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

ВНЕДРЕНИЕ НОВЕЙШИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ ГОРОДОВ

16–18 октября 2012 года

Москва, ВВЦ, павильон 75

Выставка проводится с 2007 года

Градостроительство.
Архитектура, проектирование,
реконструкция и эксплуатация

Энергосбережение городов

Решения для здоровья
горожан

Городской транспорт
и логистика

Информационно-
коммуникационные системы

www.city-build.ru

Организаторы:



ПРАВИТЕЛЬСТВО
МОСКВЫ



Официальная поддержка:



МИНИСТЕРСТВО
РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ
Российской Федерации



Российский союз
промышленников и
предпринимателей



Правительство
Московской
области

Генеральный спонсор:



Генеральный партнер:



Соорганизаторы:



Тел.: +7 (495) 935-81-20, 935-73-50, факс: +7 (495) 935-73-51, e-mail: city@ite-expo.ru, www.ite-expo.ru

на правах рекламы

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ, СПОСОБНЫЕ ОБЕСПЕЧИТЬ ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

MODERN TECHNOLOGIES AND SOLUTIONS WHICH ARE ABLE TO INCREASE ENERGY EFFICIENCY

С 23–25 мая 2012 г. в «Мордовэкспоцентре», ГО Саранск, состоялась выставка-форум «Энергоресурсосбережение, связь и инфокоммуникации».

Организаторами мероприятия выступили: Правительство Республики Мордовия, Министерство промышленности Республики Мордовия, Министерство энергетики и тарифной политики Республики Мордовия, Министерство жилищно-коммунального хозяйства и гражданской защиты населения Республики Мордовия, Торгово-промышленная палата Республики Мордовия, ООО «Мордовэкспоцентр».

В рамках реализации федерального закона от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении эффективности и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», реализации РЦП «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в Республике Мордовия» на 2011–2020 годы», 23 мая 2012 г. в г. Саранске (Республика Мордовия) состоялась Межрегиональная конференция «Энергетика. Энергосбережение. Энергоэффективность—XXI век». Организатор конференции – компания «Мегаполис Маркетинг Групп» г. Ижевск. Официальный партнер – ООО «Интехресурс».

Среди информационных партнёров мероприятия:

- Интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве»;
- ООО «Издательство ИнформЭлектро», журнал «ЭнергоАудит», г.Москва;
- журнал «Академия Энергетики», г.Санкт-Петербург;
- ООО «Издательский Дом « ВЕСТА »;
- промышленные журналы и сайты, журнал «Вестснаб», г.Красноярск;
- журнал-справочник «Рынок Электротехники», г.Москва;
- журнал «Кто есть кто на рынке Спецтехники», г. Москва;
- журнал «Электрик», г. Москва.

Пленарное заседание открыл руководитель аппарата главного федерального инспектора по Республике Мордовия *Николай Ларюшкин*. Он отметил особую важность и актуальность обсуждаемой темы на современном этапе развития общества, обозначил главные направления работы межрегиональной конференции.

С приветственным словом и докладом о стратегических приоритетах развития региональной энергетики и реализации государственной политики энергосбережения выступила *Ольга Викторовна Захаркина*, первый заместитель Министра энергетики и тарифной политики Республики Мордовия.

Далее участники продолжили работу в секциях, в своих выступлениях *С.А.Гладышенко* (директор по развитию ПФО ГК «Бристоль», г. Самара), *А.Р. Садыков* (председатель Совета СРО НП «ОЭАЭЭ ВКР» – СРО НП «Объединение энергоаудиторских и энергоэкспертных организаций Волго-Камского региона», г. Казань), *А.Г. Маслов* (эксперт практики решений для энергетики ООО «Сайнер», г. Белгород), *Н.Ю. Мамонтов* (заместитель директора ООО «Интехресурс», г. Ижевск), *И.О. Безак* (председатель совета директоров ГК «ТОК», г.Тольятти), *А.Усачев* (начальник управления по внешним связям ООО «Хевел», директор Российской ассоциации предприятий солнечной энергетики, г. Москва), *Е.Ю. Носов* (главный менеджер ЗАО «Электротехнические заводы Энергомера», г. Ставрополь), *В.Ф. Еряшев* (технический директор ЗАО «Конвертор», г.Саранск), *Б.К. Бурдасов* (зам. технического ди-

ректора, канд. техн. наук ЗАО «Конвертор», г. Саранск), Д.Э. Межов (директор ООО «Торговый дом Микрометан», г. Саров) предложили участникам конференции технические и организационные решения, необходимые для эффективной реализации тех или иных задач в повседневной деятельности предприятий и организаций, основные пути решения задач в области повышения энергетической и экологической эффективности, выявление основных барьеров на пути повышения энергоэффективности, анализ современных технологий и технических решений, способных обеспечить повышение энергоэффективности всех отраслей экономики. Состоялся обмен мнениями специалистов по diskutируемым вопросам, налаживание контактов с потенциальными заказчиками и потребителями.

*Пресс-служба
ООО «Мегаполис Маркетинг Групп»
www.mmgi.izhev.ru*

SIBBUILD–2013: ЧЕТЫРЕ ВЫСТАВКИ В ОДНОЙ

SIBBUILD–2013: FOUR EXHIBITIONS IN A ONE

Подготовка к выставке «SibBuild/СтройСиб–2013» идет полным ходом. По тому, как заполняются разделы выставки, уже сейчас можно говорить о том, как будет развиваться строительный рынок в ближайшее время.

Вторая по объему строительная выставка России «SibBuild/СтройСиб» укрепляет свои позиции. Об этом заявляют руководитель дирекции отраслевых выставок *Вера Дашкова* и директор выставки «СтройСиб/SibBuild» *Анна Ильина*.

В 2012 году в мероприятии приняли участие более 800 компаний из 21 страны мира. Выставку посетили 23 754 человека.

В следующем году «SibBuild/СтройСиб» будет проходить с 5 по 22 февраля. По традиции все мероприятия будут разбиты на две выставочные недели, в течение которых будут организованы четыре специализированные экспозиции. В первую неделю – с 5 по 8 февраля – пройдут выставки строительных материалов и оконных технологий **WinTecExpo**. Во вторую неделю – с 19 по 22 февраля – будут организованы выставки инженерного оборудования, отделочных материалов и интерьерных решений.

Успешно прошедший в 2012 году «СтройСиб» способствовал тому, что многие компании сразу заявили о своем участии в следующей выставке: так, на данный момент 332 компании (45% экспонентов) подтвердили свое участие в «СтройСиб–2013». В выставке **WinTecExpo**

будут выставляться такие лидеры рынка, как «Века РУС» (Германия), LG Hausys (Южная Корея), «ЭксПроф» (Тюмень). Участниками выставки инженерных технологий станут Bosch (Германия), «Русклимат» (Россия), Fondital (Италия). В выставке строительных материалов свои новые разработки представят компании Rockwool, Ruukki Rus, «Сибирский строитель» (завод «Бетолекс»), Archskin. Наконец, в спецвыставке отделочных материалов будут участвовать KNAUF (Германия), «АВС Фарбен» (Россия), «Форпост» (Россия).

Кроме того, по словам директора выставки *Анны Ильиной*, до 1 сентября 2012 года действует льготная цена участия в «СтройСибе–2013».

Тенденции выставки «SibBuild»

По словам организаторов, уже сейчас заметен рост раздела «*Stonex/Натуральный и искусственный камень*», поэтому на грядущей выставке он будет выделен в специальную зону.

Еще одна важная тенденция для «СтройСиб–2013» – увеличение числа компаний-производителей и растущий интерес к мероприятию со стороны иностранных компаний. Приток иностранцев особенно заметен в разделе «*Строительные материалы и оборудование*»: сам по себе раздел вырос на 37%, и уже сейчас, за 8 месяцев до выставки, в нем планируют выставляться компании из пяти стран. Кроме того, от Южной Кореи в экспозиции этого раздела планируется национальный павильон.

В экспозиции выставок инженерного оборудования и отделочных материалов (вторая строительная неделя) будут размещены национальные немецкие павильоны.

Среди новичков «СтройСиб» – компания Universal Group (Канада), которая будет выставляться в разделе «Двери и замки», а также MIANO из Чехии, которая станет участником спецвыставки инженерного оборудования.

«Деловая программа выставки находится в стадии формирования, – говорит *Вера Дашкова*, – но в ее составе обязательно будет конференция «Дверное дело» и «Сибирский лакокрасочный форум». Мы очень надеемся увидеть на «СтройСиб–2013» всех участников прошлой выставки и, конечно, новые компании. Приезжайте к нам, у нас будет очень интересно!»

на правах рекламы

В.П. КУЗЬМИНА Способы введения нанодобавок и механизмы их воздействия на строительные материалы



ИССЛЕДОВАНИЯ, РАЗРАБОТКИ, ПАТЕНТЫ

RESEARCHES, DEVELOPMENTS, PATENTS

УДК 69

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

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

СПОСОБЫ ВВЕДЕНИЯ НАНОДОБАВОК И МЕХАНИЗМЫ ИХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

THE WAYS OF NANOADDITIVES INTRODUCTION AND MECHANISMS OF THEIR INFLUENCE ON BUILDING MATERIALS

Приведен анализ предлагаемых подходов для создания наноструктур, а также патентной информации о механизмах воздействия нанодобавок на строительные материалы, таких как:

- создание диффузионного барьера для электромагнитного излучения и повышение прочности строительных материалов;
- фотокатализ на поверхности бетона, модифицированного нанодиоксидом титана;
- модификация пластификаторов с целью управления реологическими свойствами бетонных смесей;
- модификация и оптимизация структуры контактной зоны между искусственным камнем и заполнителем.

The paper analyses proposed approaches for creation of nanostructures as well as the patent information about the ways used to introduce nanoadditives and mechanisms of their influence on building materials:

- Creation of diffusion barrier for electromagnetic radiation and increase of building materials durability;
- Fotocatalysis on the surface of the concrete modified by titanium nanodioxide;
- Softeners modification aimed at control of rheological properties of concrete mixes;
- Modification and optimization of structure of the contact zone between artificial stone and filler.

Ключевые слова: патент, изобретение, гипсовые продукты, шунгит, диффузный барьер, антиэлектростатическая искробезопасность, электромагнитные излучения, нанодобавки, наномодификация и механоактивация пластификаторов, наномодифицированный, нанодиоксид титана, фотокатализ, реология гипсобетонных смесей, контактная зона гипсового камня, прочность, долговечность.

Key words: patent, invention, gypsum products, schungit, diffusion barrier, antielectrostatic spark safety, electromagnetic radiations, nanoadditives, nanomodification and mechanical activation of softeners, nanomodified, titanium nanodioxide, fotocatalysis, gypsum concrete mixes rheological properties, gypsum stone contact zone, strength, durability.

В настоящее время разработчики все большее внимание уделяют не только фундаментальным научным исследованиям, но и развитию на их основе прикладных технологий, связанных с конкретными свойствами новых наномодифицированных строительных материалов различного функционального назначения.

Существует анализ предлагаемых подходов для создания наноструктур [1, 2].

Он позволяет выделить несколько особенностей. Во-первых, все процессы формирования наноструктур можно разделить на четыре основные группы нанотехнологий: 1) «снизу–вверх»; 2) «сверху–вниз»; 3) синергия через совместное разрушение; 4) через матрицу – воду, которая есть везде только в разных количествах и форме.

Получили дальнейшее развитие и фундаментальные представления в нанонауке, например, нанотермодинамика [3].

Первые процессы «снизу–вверх» связаны со сборкой наносистем (нанокластеры, пленки, функциональные группы) из атомов и молекул преимущественно на поверхности носителей (в том числе и на наноматрицах).

Формирование наноструктур на поверхности твердых тел позволяет не только стабилизировать их состояние за счет, например, образования прочных химических связей с матрицей, но и придать необходимые функциональные свойства конечной системе. То есть твердое тело (как макро-, так микро- и наноразмерное) с химически связанными на поверхности наноструктурами (в виде функциональных групп, кластеров, пленок и др.) фактически представляет собой новое вещество с необходимыми атрибутами – заданным составом, строением и свойствами.

Инновационные направления работ по созданию наноструктур по системе «снизу–вверх».

Создание многофункциональных материалов со специальными свойствами [1, 4]

**Патент РФ № 2307809. ООО «Органикс-Кварц»
Сухая строительная смесь**

Строительные материалы возможно изготовить на основе сухой гипсовой шунгитовой смеси с функциональными добавками. Такие материалы обладают оптимальными эксплуатационными характеристиками, заменяющими несколько разных строительных материалов с моно свойствами. Например, предлагаемые сухие гипсовые шунгитовые смеси обеспечивают защиту от электромагнитных излучений и анти-электростатическую искробезопасность. Покрытие, выполненное из предложенной гипсовой шунгитовой смеси, обладает повышенными адгезионными свойствами и вязкостью.

Создание экологически безопасных покрытий зданий обеспечивается за счет применения в строительных смесях шунгитовых пород. Шунгит является уникальным природным минералом, содержащим аллотропную модификацию углерода – фуллерен.

Изучая различные добавки, ученые определили, что размер молекул в добавке является критическим в случае использования ее как диффузионного барьера. Большие молекулы, например, целлюлоза, увеличивают вязкость, но не улучшают диффузионный барьер. Маленькие молекулы, размером менее, чем 100 нанометров, уменьшают скорость диффузии.

Нанодобавки могут быть напрямую смешаны с гипсобетонной смесью. Также получается лучший результат, если добавки замешаны в гипсобетон с влажными абсорбентами и мелким песком.

Вторая группа «сверху–вниз» включает приемы воздействия на макрообъекты с постепенным их разделением вплоть до наночастиц: механическое разрушение, механохимические методы, лазерные нанотехнологии и др. [5, 6].

Инновационные направления работ по созданию наноструктур по системе «сверху–вниз»

Первый базисный аспект: при разработке нанотехнологии создают базовые основы, которые позволяют применять их для получения целой группы наноматериалов различного функционального назначения.

Второй базисный аспект: при разработке и получении материалов с заданными характеристиками имеется цель получить продукт с характеристиками, соответствующими характеристикам исходных компонентов.

Модификация и оптимизация структуры контактной зоны между искусственным камнем и заполнителем

Патент РФ № 2233254

ЗАО «АСТРИН» СПб, НИЦ 26 ЦНИ института Мин. обороны РФ.

Композиция для получения строительных материалов

Наноккомпозитная некорродирующая арматура в виде различных нанотрубок, в том числе переменного состава $(Mg, Fe)_3Si_2O_5(OH)_4$, со структурой хризотила применяется для фотодинамической самостерилизации композиции, повышения её устойчивости к биологической

коррозии и улучшения физико-механических свойств конечного продукта.

Патент РФ № 2204540

ООО «ВЕФТ». Сухая растворная смесь

1. микрокремнезем – 0,1–30,0;
2. пластификатор – 0,5–3,0;
3. доломитовая или известняковая мука – 40,0–92,0;
4. водорастворимый эфир целлюлозы – 0,1–3,0;
5. редисперсионный порошок в виде сополимеров поливинилацетата или акрилата – 0,3–24,0;
6. наполнитель включает, мас. %: песок кварцевый 99,9–85,0 с модулем крупности мкр. не более 1,5 и пылевидный кварц 0,10–15,0 при следующем соотношении компонентов смеси, мас. %:
 - вяжущее – 25–35;
 - наполнитель – 55–74;
 - модифицированная добавка – 1,0–10,0.

Третья группа процессов есть комбинация из первых двух в целях создания синергического эффекта. Синергия означает совместное и однородное функционирование элементов системы «снизу–вверх» плюс «сверху–вниз». Это проникновение наноструктуры «снизу–вверх» в дефекты структуры «сверху–вниз» при совместном разрушении.

Создание обычных и декоративных высокопрочных гипсов для реставрационных и отделочных работ [7]

Несомненный интерес представляет механохимическая технология получения цветного гипса. Процесс ведётся в две стадии. Сначала дроблёнку из кристаллического гипсового камня слегка орошаем водой, затем раздавливаем, измельчаем и окрашиваем кислотостойкими пигментами. Процесс происходит в секционных барабанах единственной виброцентробежной мельницы. Кристаллическая природа гипса сохраняется в любых размерах частиц и играет роль каркаса в получаемых пигментах.

На втором этапе порошкообразную смесь строительного полуводного белого или серого гипса и полученного механоактивированного пигмента подвергаем механоактивации, и цветной строительный гипс высокого качества получен. Пределов развития технологии не существует. Она подчиняется законам образования материи в вихревых потоках Вселенной.

При механоактивации целесообразно ввести в смесь «FREM NANOGIPS» по ТУ 5745-005-78356600-09. Это даст снижение водогипсового отношения и повышение в 3–6 раз прочностных характеристик получаемых гипсовых изделий и материалов, при дополнительных положительных эффектах: регулировании сроков схватывания, снижении водопоглощения, деформационных усадок, трещиноватости, повышении водостойкости, поверхностной твердости и адгезии к различным другим материалам.

Данная технология позволяет получать традиционные и цветные гипсы любого заданного цвета и открывать новую страницу в декоративной отделке фасадов и интерьеров зданий.

Четвёртый путь к созданию наноструктур – «через матрицу», т.е. воду «золь-гель».

На вопрос о возможности управления структурой цементного камня в фибробетоне ответ был получен при опытном затворении цементно-песчаной смеси коллоидной системой вода–углеродные нанотрубки и (или) астралены.

Модификация пластификаторов с целью управления реологическими свойствами строительных смесей

Патент РФ № 2233254

ЗАО «АСТРИН» СПб,

НИЦ 26 ЦНИ института Мин. обороны РФ

Композиция для получения строительных материалов

Композиция для получения строительных материалов – мас. % :цемент, известь, гипс (или их смеси), вода – отличается тем, что она дополнительно содержит углеродные кластеры фуллероидного типа с числом атомов углерода 36 и более:

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

В качестве наномодифицирующих добавок представлены: фуллерены и астралены.

Для создания самоочищающихся поверхностей использовали фотокатализ на поверхности искусственного камня, модифицированного нанодиоксидом титана [8].

В процессе эксплуатации гражданских и, особенно, промышленных зданий на поверхности фасадов скапливаются загрязнения самой различной природы. Это могут быть бактерии, споры бактерий, плесень, грибок и просто пыль, которой покрыты стены любого здания.

При освещении зданий и их остекления солнечными лучами частицы нанодиоксида титана начинают работать в качестве катализатора. Под их воздействием поверхностный слой фасада разлагается на воду, кислород и соли в присутствии катализатора.

Водную суспензию нанодиоксида титана под маркой nanoYo можно применять как для получения поверхностного покрытия, так и с водой затворения строительной смеси для получения самоочищающегося фасада.

Таким образом, бетон с наночастицами периодически сам себя моет. Происходит это за счёт снижения угла смачиваемости поверхности наномодифицированного гипсового камня от 80 до 0°. При этом поверхность фасада становится гидрофильной, т.е. вместо образования капель вода равномерно по ней растекается. Гидрофильность поверхности фасада сохраняется до двух дней, а затем угол смачиваемости начинает постепенно увеличиваться до 80°. Поверхность становится водоотталкивающей, а накопившаяся за это время вода скатывается, увлекая за собой частички грязи.

Изобретение относится к наномодифицированным составам [9] на основе воздушных или гидравлических минеральных вяжущих материалов, таких как гипс или его смеси, и может найти применение в промышленности строительных материалов при изготовлении гипсобетона, фиброгипсобетона, гипсо-волоконистых строительных материалов, штукатурки, отделочных покрытий, в том числе лепнины.

Введение в сухие строительные смеси наноразмерных зародышей ставит своей целью направленную кристаллизацию гипсового камня за счёт динамического дисперсного самоармирования, управления подвижностью и водоредуцированием гипсобетонных смесей за счет модификации пластификаторов.

Уважаемые коллеги!

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

Кузьмина В.П. Способы введения нанодобавок и механизмы их воздействия на строительные материалы // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2012, Том 4, № 4. С. 75–83. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_4_2012.pdf (дата обращения: _____.).

Dear colleagues!

The reference to this paper has the following citation format:

Kuzmina V.P. The ways of nanoadditives introduction and mechanisms of their influence on building materials. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2012, Vol. 4, no. 4, pp. 75–83. Available at: http://www.nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_4_2012.pdf (Accessed _____.) (In Russian).

Библиографический список:

1. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследований. М.: Мир. 2002. С. 292.
2. Суздалев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М: КомКнига. 2006. С. 592.
3. Русанов А.И. Термодинамические основы механохимии. СПб.: Наука. 2006. С. 221.
4. Беляков А.В., Жариков Е.В., Малыгин А.А. Химические методы в нанотехнологии / Химические технологии. М.: РХТУ. 2003.
5. Наноструктурные материалы / Р.А. Андриевский, А.В. Рагуля. М.: Издательский центр «Академия». 2005. С. 192.

6. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2005. С. 416.
7. Кузьмина В.П. Механоактивация материалов для строительства. Гипс // Журн. Строительные материалы. 2007. № 9 (633). С. 2–4.
8. Кузьмина В.П. Нанодиоксид титана. Применение в строительстве // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал: М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2011. № 4. С. 81–90. URL: <http://www.nanobuild.ru> (дата обращения 11.04.2011).
9. Кузьмина В.П. Модификация композиционных материалов на основе вяжущих материалов // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2011. № 1. С. 89–96. URL: <http://www.nanobuild.ru> (дата обращения 11.01.2011).

References:

1. Nanotechnologies in the nearest decade. The forecast of a research area. Moscow. 2002. P. 292.
2. Suzdalev I.P. Nanotechnology: Physical chemistry of nanoclusters, nanostructures and nanomaterials. Moscow: KomKniga. 2006. P. 592.
3. Rusanov A.I. Thermodynamic bases of mechanical chemistry. SPb: Nauka. 2006. P. 221.
4. Belyakov A.V., Zharikov E.V., Malygin A.A. Chemical methods in nanotechnologies / Chemical technologies. Moscow: RKhTU. 2003.
5. Nanostructured material / R.A. Andrievsky, A.V. Ragulya. Moscow: Publishing center «Academy». 2005. P. 192.
6. Gusev A.I. Nanomaterials, nanostructures, nanotechnologies. Moscow: FIZMATLIT. 2005. P. 416.
7. Kuzmina V.P. The mechanical activation of construction materials. Gypsum // Magazine «Construction materials». 2007. № 9(633). P. 2–4.
8. Kuzmina V.P. Application of Nanotitanium Dioxide in Construction // Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal. M.: CNT «NanoStroitelstvo». 2011. № 4. P. 81–90. URL: <http://www.nanobuild.ru>.
9. Kuzmina V.P. Modification of composite materials on the basis of binder materials // Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal. M.: CNT «NanoStroitelstvo». 2011. № 1. P. 89–96. URL: <http://www.nanobuild.ru> (Date of Access 11.01.2011).

О НАРАЩИВАНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО КАПИТАЛА И ЕГО ЗАЩИТЕ ПУТЕМ ПАТЕНТОВАНИЯ

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

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

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

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

Постановка и проведение перспективных исследований:

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

Подготовка заявок и патентование разработок:

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

Техническое сопровождение процесса оценки стоимости Вашей интеллектуальной собственности.

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

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

УДК 620.179.1.082.658.58

ИВАСЬШИН Генрих Степанович, д-р техн. наук, проф., академик Российской инженерной академии, руководитель псковского отделения РИА, Россия
ФГБОУ ВПО «Псковский государственный университет»

IVASYSHIN Henrich Stepanovich, Doctor of Engineering, Professor,
Academician of Russian Engineering Academy, Head of Pskov Branch of REA, Russian Federation
Pskov State University

КВАНТОВЫЙ ПУТЬ В НОВУЮ ЭРУ ИЗМЕРЕНИЯ ЭНТРОПИИ. ПРИЛОЖЕНИЯ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ

QUANTUM WAY TO THE NEW ERA OF ENTROPY MEASUREMENTS. APPLICATIONS OF QUANTUM MECHANICS

Рассматриваются трибофизические модели на основе реализации углеродно-азотного и протон-протонного циклов холодного ядерного синтеза, в результате которых в зоне трения (внутреннего и внешнего) водород превращается в гелий. Обсуждаются возможности получения конкурентоспособных технологий на основе научных открытий (Диплом № 258, Диплом № 277, Диплом № 289, Диплом № 302, Диплом № 392, Диплом № 404) и квантовой теории трения.

Tribophysical models on the basis of realization of the carbon-nitrogen and proton-proton cycles of cold nuclear fusion resulting in a formation of helium from hydrogen in the friction zone (internal and external) are considered. The opportunities of obtaining competitive technologies based on scientific investigations (Diploma № 258, Diploma № 277, Diploma № 289, Diploma № 302, Diploma № 392, Diploma № 404) and quantum friction theory are discussed.

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

Key words: cold nuclear fusion, helium wear, friction control, carbon and nitrogen cycle, proton-and-proton cycle, helium superfluidity, quantum friction theory, nanotribology, entrophy, dynamic rigidity, relative wearability of metals.

«...Если кто-то заявляет, что знает, что такое квантовая теория, он не понял ее...»

Ричард Фейнман [25]

«...Существует оценка, что 30% валового национального продукта США зависит от приложений квантовой механики в той или иной форме. Неплохо для теории, которую никто не понимает. Подумайте о потенциальных возможностях роста и повышения качества жизни (или неизбежного повышения качества смерти при развитии квантовых вооружений), которые могут быть выявлены, если мы вдруг поймем ее!...»

Питер Эткинз [29]

«... Эйнштейн осознавал, что научные открытия в определенной степени являются результатом иррациональных процессов. В заметке к автобиографии он писал: «Открытие – не продукт логического мышления, даже несмотря на то, что конечный результат связан с логической структурой...»

Ханс Оханьян [30]

Академик РАН и РИА Колесников В.И. и академик МИА и РИА Чичинадзе А.В. считают, что «... форсирование исследований в области микро- и нанотрибологии ...» относится на сегодняшний день «...к основным и актуальным разделам и направлениям трибологии и ее инженерных приложений – триботехники» [8]. Предложенная работа направлена на форсирование исследований в области микро- и нанотрибологии.

Многие современные ноу-хау базируются преимущественно на фундаментальных представлениях о строении тел, рассмотренных, в частности, в книгах [18, 22], подготовленных авторскими коллективами под общей редакцией академика МИА и РИА, д-ра техн. наук, лауреата Большой международной золотой медали по трибологии Чичинадзе А.В.

«... Знание особенностей и закономерностей изменений позволяет направленно воздействовать на результаты фрикционного взаимодействия тел, создавать новые материалы, технологии и конструкции современных машин, бережно расходовать энергию и в меньшей мере воздействовать на окружающую среду, а также повышать надежность машин в работе...» [18, 22].

Созданные трибофизические модели (научные открытия – Дипломы № 258, № 277, № 289, № 302) – феномен биокомпьютерных технологий.

Предлагаемые трибофизические модели составляют феноменологические основы квантовой теории трения.

Триботехнические характеристики узлов трения наравне с конструкцией машин, качеством их изготовления, режимом эксплуатации и другими аспектами оказывают существенное влияние на многие экономические и экологические показатели работы машин, механизмов и технологического оборудования.

Технические функции многочисленных макротрибосистем (машин, роботов, спутников, приборов, компьютеров, инструментов макроскопических объектов и т.д.), а также микротрибосистем (микромашин, микророботов, микроспутников, микроприборов, микрокомпьютеров, микроинструментов и т.д.) зависят от движений, общей особенностью которых является появление сопротивления перемещению, т.е. возникновению внешнего и внутреннего трения (внешнее трение – явление сопротивления относительно перемещению, возникающее между двумя телами в зонах соприкосновения их поверхностей по касательным к ним; внутреннее трение – явление сопротивления относительно перемещению частиц одного и того же тела).

Академик Ишлинский А.Ю., характеризуя в 1998 г. состояние теоретической механики, отметил, что в этой детально разработанной области современного естествознания остаются **«две нерешенные до сих пор проблемы: проблема трения и проблема турбулентности»**.

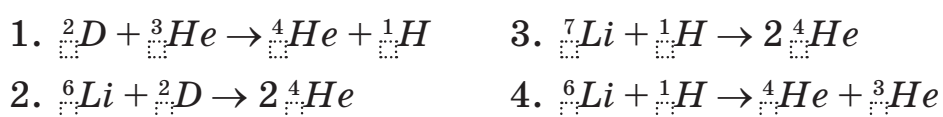
Лудема К.С. (Мичиганский университет, США) утверждал: «Основной целью изучения трения является поиск путей управления им...».

Природа трения исследовалась в течение многих лет. Анализ литературы показывает, что большинство работ в этой области носит эм-

пирический характер и завершается табулированием коэффициентов трения и декларированием сложности процесса фрикционного взаимодействия. В настоящее время существует большое количество таблиц коэффициентов трения, что может создать впечатление, будто трение вполне исследовано и не требует дальнейшего изучения. Именно в этом и заключается основная проблема. В таких таблицах очень мало надежных данных, а наука не предлагает новых подходов ...» [23].

Использование пар трения с гелиевым изнашиванием даст возможность управлять трением (за счет сверхтекучести гелия) в микро- и нанотрибосистемах.

Наиболее перспективны так называемые «безнейтронные» реакции получения гелия, так как порождаемый термоядерным синтезом нейтронный поток (например, в реакции дейтерий–тритий) уносит значительную часть мощности и порождает наведенную радиоактивность в конструкции реактора, а также зонах фрикционного контакта оригинальных пар трения.



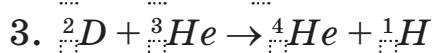
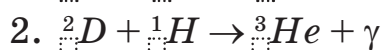
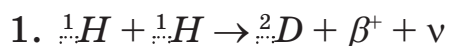
Осуществление синтеза ядер для получения энергии является несравнимо более трудной задачей, чем осуществление деления тяжелых ядер. Одной из основных помех синтезу ядер служит кулоновское отталкивание одноименно заряженных частиц, препятствующее сближению ядер и появлению ядерного взаимодействия.

В процессе ядерного синтеза атомные ядра сливаются, однако, чтобы это стало возможным, столкновение ядер должно происходить с такой скоростью, при которой они способны преодолевать кулоновское отталкивание из положительных зарядов.

Необходимо отметить уникальные свойства палладия для обеспечения «безнейтронных» реакций ХЯС. Палладий обладает специфической способностью абсорбировать большое количество водорода (а в равной степени и дейтерия), а внутри кристаллической решетки палладия ядра атомов дейтерия обладают аномально высокой подвижностью. Предполагается, что именно высокая подвижность и делает возможной реакцию синтеза на основе закономерности:

«Закономерность аддитивности водородного сорбционного последствия в объёмных частях и поверхностных слоях пар трения из сплавов палладия» [3]

Закономерность аддитивности водородного сорбционного последствия в объёмных частях и поверхностных слоях пар трения из сплавов палладия, заключающаяся в том, что в упругой и пластической областях в зоне их фрикционного контакта происходит суммирование (аддитивность) водородных сорбционных (водородное сорбционное взаимодействие) последствий, сопровождающих упругие и пластические последствия, обусловленная направленным перемещением дислокаций, несущих водород и палладий в зону фрикционного контакта.



На основе трибофизической модели [3] можно целенаправленно управлять растворением водорода в материалах, физико-механическими характеристиками конструкционных материалов ответственных, в частности, за повышение надежности и эффективности технологического оборудования, используемого в водородной энергетике.

Необходимо отметить, что в 30-х годах прошлого столетия итальянский физик **Энрико Ферми** «... нашел способ замедления нейтронов, пропуская их через такие богатые протонами вещества, как вода, парафин и т.д. и теоретически объяснил этот процесс...» [28]. За открытие искусственной радиоактивности, обусловленной нейтронами, и другие достижения в исследовании искусственного превращения атомов Энрико Ферми получил в 1938 году Нобелевскую премию по физике.

П. Эткинз считает: «Определенно верно, что макроскопические объекты в очень хорошем приближении ведут себя в соответствии с классической физикой: но мы знаем, что это положение является просто проявлением квантовой механики в приложении к большому числу атомов...» [29]. Представляется возможным заключить, что «... проявлением квантовой механики к большому числу атомов...» является взаимодействие элементов пар трения макроскопических объектов – макротрибосистем (машин, роботов, спутников, приборов, компьютеров, инструментов и т.д.).

Имея в виду то, что любая микротрибосистема (машина, микроробот, микроспутник, микроприбор, микрокомпьютер, микроинструмент и т.д.) «...состоит из триллионов атомов и её полная волновая функция является очень сложным комплексом функций, определяющих положения всех этих атомов...» (П. Эткинз), представляется возможным также заключить, что микротрибосистема действует на основе квантомеханических принципов.

Цель настоящей работы – обеспечение условий управления трением (внутренним и внешним), сверхпластичностью и сверхпроводимостью на основе синтеза гелия в объемных и поверхностных слоях пар трения, а также на основе квантовой теории трения, сверхпластичности и сверхпроводимости. Также целью настоящей работы является обоснование функциональной зависимости между упругим последствием и энтропией.

Постановка задач:

- Создание физических и математических моделей исследования энтропии, динамической твердости и относительной износостойкости материалов.
- Создание трибофизических моделей на основе реализации углеродно-азотного и протон-протонного циклов холодного ядерного синтеза, в результате которых в зоне трения (внутреннего и внешнего) водород превращается в гелий.
- Создание феноменологических основ квантовой теории трения сверхпластичности и сверхпроводимости.

«Потенциал НИОКР, выражающийся в форме открытий и создающий благосостояние отдельных групп потребителей, производителей и целых государств, все больше и больше привлекает внимание руководителей во всех отраслях промышленности развитых стран. Для них инновации сегодня – это вчерашние нефть и золото. Многие уже осознали, что в будущем одним из основных источников получения прибыли в бизнесе может быть развитие НИОКР.

Символами новой экономики, порождёнными процессами глобализации рынков, становятся также глобальные центры знаний. К наиболее известным из них относят Силиконовую долину, Окридж, Лос-Аламос, Хэмптон в США; ЦЕРН в Европе; Обнинск, Королёв, Саров в России; Реховот в Израиле.

Силиконовая долина, расположенная в штате Калифорния, представляет собой мировой центр компьютерной науки и техники, размещенный на площади более 3 тыс. км². Здесь располагаются центры таких корпораций, как Intel, AppleComputers, HewlettPackard, CiscoSystems, SunMicrosystems и других. В долине более 3 тыс. предприятий и свыше 1 млн. человек, занимающихся наукоемким производством. Ежегодно Силиконовая долина в среднем привлекает инвестиции на сумму в 5 млрд долларов на разработку новых высоких технологий.

В Окриджской национальной лаборатории (Oak Ridge National Laboratory), созданной в 1943 году в штате Теннесси, трудятся около 5 тыс. человек. Сегодня ORNL представляет собой уникальную структуру с годовым бюджетом, равным 583 млн долларов, и занимаемой площадью в 150 км².

Основными направлениями деятельности являются разработки новых источников энергии, биотехнологии и охрана окружающей среды, синтез современных материалов, нейтронные технологии, кибернетика.

Другими словами, сегодня НИОКР активно формируются в особую индустрию. Здесь свои поставщики сырья и материалов и потребители готовой продукции, свои производственные схемы и инвестиционные пути, свои правила обмена информацией и правовой защиты» [24].

«Цивилизованное технократическое общество создало науку, основанную на логике. Логика же не создает ничего принципиально нового, занимаясь лишь усовершенствованием, развитием давно открытых явлений. Все открытия совершаются только интуитивно. Открытие невозможно объяснить логически, оно просто приходит в качестве откровения, озарения. Традиционно считается, что точные науки: физика, математика, химия, экономика и финансы – сугубо логичны. Именно поэтому в них так редко происходят открытия.

Стремительный научно-технический прогресс породил проблемы и задачи, требующие для их решения принципиально новых методов и технологий. Когда количество информации в мире ежедневно удваивается, когда для решения отдельных задач требуется месяцы работы сверхмощных компьютеров, а для принятия решений лага по времени нет вовсе, тогда объективно возникает потребность в новых методах обработки информации и принятия решений.

Речь идёт об интуитивных, или так называемых биокомпьютерных технологиях» [10].

НАУЧНЫЕ ОТКРЫТИЯ В МИКРО- И НАНОТРИБОЛОГИИ – ФЕНОМЕН БИОКОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ ТРЕНИЯ

«... Критерии науки – её способность предсказывать. Могли бы вы предсказать бури, вулканы, океанские волны, зори и красочные закаты, если бы вы никогда не были на Земле? Драгоценным сокровищем для нас будет всё, что мы узнаем о происходящем на каждой из мёртвых планет, каждого из десятка шаров, образовавшихся из этого же самого облака пыли и подчиняющихся тем же самым законам физики, что и наша планета.

Грядущая великая эра пробуждения человеческого разума принесет с собой метод понимания качественного содержания уравнений. Сегодня ещё мы не способны на это. Сегодня мы не можем увидеть в уравнениях потока воды такие вещи, как спиральное строение турбулентности, которую мы видим между вращающимися цилиндрами. Сегодня мы не можем сказать с уверенностью, содержит ли уравнение Шрёдингера и лягушек, и композиторов, и даже мораль или там ничего похожего и быть не может. Мы не можем сказать, требуется ли что-либо сверх уравнения, вроде каких-то богов, или нет. Поэтому каждый из нас может иметь на этот счёт своё особое мнение».

Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. [25]

«Трение является аналогом декогерентности¹...»

Питер Эткинз [29]

Создание научных открытий во многом зависит от особенностей функционального структурирования мозга. «... Человек выделился из живой природы вследствие функционального структурирования мозга, когда левое полушарие получило возможность отвечать за логическое мышление, рефлексию, саморегуляцию и развитие. Это стало основой для возникновения первичного социума, в пределах которого 30–45 тысяч лет назад возникла речь, 15–20 тысяч лет назад – рисунок, 5 тысяч лет назад до н.э. – письменность, а затем началось техническое совершенствование общества.

Однако функциональное структурирование мозга обеспечивало человеку лишь механизм для горизонтального освоения возможностей разума и привело его к полному антагонизму с природой. Человеческий мозг, к сожалению (в большинстве случаев), не обладает возможностью

¹ Декогерентность – действие, обратное когерентности. Когерентность [от лат. cohaerens (cohaerentis) – находящийся в связи] – согласованное протекание во времени нескольких колебательных или волновых процессов, проявляющееся при их сложении.

прогноза (за него в большей степени отвечает правое полушарие). Он, мозг, работает в трёх измерениях и потому познает мир методом проб и ошибок. В этом кроется основная причина того, почему Человечество оказалось перед фактом развившихся глобальных экологических и социальных проблем.

В настоящее время даже развитым и богатым странам не под силу одним решить свои собственные экологические проблемы. Более того, Человечество не может прогнозировать даже большинство давно известных экстремальных природных явлений, таких как землетрясение, наводнение, климатические изменения и др. В условиях НТР метод проб и ошибок может стать роковым...» [9].

«... Возникает вопрос, можно ли сделать так, чтобы у человека появился «внутренний механизм» по формированию этого самого предвидения, которое во многом изменило бы жизнь на Земле. Эта способность должна совершенствоваться от поколения к поколению, прежде чем оформиться окончательно.

Обратимся еще раз к функциональному структурированию мозга. О работе левого полушария было сказано выше. Правое же полушарие мозга таково, что отвечает за пространственно-образное мышление, оно невербально, т.е. не связано с центрами речи, способствует систематическому целостному восприятию симультанного (одновременного) целостного восприятия информации, иными словами, правый мозг «определяет чувственный способ познания мира»... » [9].

«... Если же предположить правополушарное развитие личности, то оно может пойти двумя основными путями. В первом случае это, когда правополушарная стратегия жизни подчинена подсознанию. При преобладании возбуждения над торможением такая стратегия подразумевает жизнь, подчиненную принципам получения удовольствия, сенсомоторному способу деятельности...» [9].

«Во втором случае – это мотивационная психическая активность, которая приводит к феномену сверхсознания. Сверхсознание, в отличие от подсознания, призвано не разрушать, а напротив, нагружать сознание работой, поиском выхода из трудных ситуаций. Работа сверхсознания с точки зрения мотивационной психической активности и широким толкованием его приспособительного значения – это возбуждение эмоциями творчески волевой деятельности по разрешению жизненных задач, данных в условиях дефицита внутренних и внешних возмож-

ностей их решения. К типичным проявлениям сверхсознания относят первые этапы всякого творчества (догадки, озарение, замыслы, гипотезы, сновидения, предвидения).

Таким образом, если предположить, что в процессе развития и формирования личности будет должное внимание уделено совершенствованию не только левого, но и правого полушария, то можно говорить об эволюционном совершенствовании с закреплением из поколения в поколение тех самых свойств и качеств, которые нужны человечеству, чтобы возник новый тип людей, обладающих возможностью работать не в трёх, а в четырёх измерениях...» [9].

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

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

Разработанные оригинальные теоретические (трибофизические) модели механизма ХЯС в объемных частях и поверхностных слоях пар трения из ферромагнитных материалов и сплавов (Дипломы № 258, № 277, № 289, № 302, № 392, № 404) лежат в основе качественной теории ХЯС.

Научное открытие (Диплом № 258)**«Закономерность аддитивности упругого последействия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения» [12]**

Установлена неизвестная ранее закономерность аддитивности упругого последействия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения, заключающаяся в том, что в упругой и пластической областях твердых тел, в зоне их фрикционного контакта происходит суммирование (аддитивность) упругих и пластических последействий, вызывающих изменение фрикционных связей, физико-механических характеристик материала и пространственного положения пары трения, обусловленная направленным перемещением дислокаций в упругой и пластической областях пар трения.

Научное открытие (Диплом № 277)**«Закономерность аддитивности магнитного последействия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения из ферромагнитных материалов» [13]**

Установлена неизвестная ранее закономерность аддитивности магнитного последействия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения из ферромагнитных материалов, заключающаяся в том, что в упругой и пластической областях твердых тел в зоне их фрикционного контакта происходит суммирование (аддитивность) магнитных последействий, сопровождающих упругие и пластические последействия, определяющая поведение водорода (интенсивную диффузию, накачку, молизацию и взаимодействие с другими элементами) и обусловленная направленным перемещением дислокаций, несущих водород в зону фрикционного контакта из упругой и пластической областей пары трения и влияющих на структуру и подвижность доменных стенок.

Научное открытие (Диплом № 289)**«Закономерность аддитивности диффузионного магнитного последействия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения из ферромагнитных материалов и сплавов» [14]**

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

Использование водорода в качестве топлива в автомобильном двигателе, а также развитие водородной энергетики актуализирует создание материалов на основе указанного научного открытия (Диплом № 289) для пар трения с гелиевым изнашиванием в трибосистемах с возможностью подавления водородного изнашивания на основе реализации углеродно-азотного цикла (эффекта) в зоне трения.

Использование пар трения с гелиевым изнашиванием даст возможность управлять трением (за счет сверхтекучести гелия) в микротрибосистемах, а также нанотрибосистемах.

Представляют интерес результаты экспериментальных исследований.

Клявин О.В. считает, в частности, что «... гелий как среда может оказывать влияние на механические характеристики и дислокационную структуру кристаллических материалов» [7].

И далее «... благодаря полной химической инертности, весьма малой массе и размерам атомов гелия можно предположить, что они могут проникать в кристаллическую решетку, когда она находится в механически активированном состоянии по дефектам, возникающим в процессе пластической деформации материала, например, по зарождающимся и движущимся дислокациям».

Клявин О.В. утверждает: «... эксперименты указывают на то, что в микротрещинах и неподвижных дислокациях гелий не содержится. Поэтому следует сделать заключение, что, так как он проникает в решетки только в процессе деформации кристалла, то это явление обусловлено захватом атомов гелия с поверхности и переносом их вглубь кристалла по зарождающимся и движущимся дислокациям».

И далее – «Специально поставленные эксперименты привели к заключению, что гелий проникает в кристаллы только в процессе их деформации. При этом микротрещины не являются ответственными за проникновение гелия и сохранение его в деформированном материале. Отвечать за это могут движущиеся дислокации» [7].

Научное открытие (Диплом № 302)

«Закономерность аддитивности водородного магнитного последствия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения из ферромагнитных материалов и сплавов» [15]

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

Научное открытие (Диплом № 392)

«Закономерность изменения энтропии термодинамического последствия триботехнической системы» [16]

Установлена неизвестная ранее закономерность изменения энтропии термодинамического последствия триботехнической системы, заключающаяся в том, что под механической нагрузкой энтропия термодинамического последствия триботехнической системы уменьшается, а при снятии нагрузки увеличивается, обусловленная движением дислокаций в упругих и пластических областях твердых тел и перехо-

дом термодинамического последствия триботехнической системы от менее вероятного состояния к более вероятному.

Из изучения динамики движущейся дислокации вытекает, что дислокация ведет себя как линия, единица длины которой обладает определенной массой (дислокации повышают энтропию кристалла за счет вводимых ими искажений решетки).

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

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

Увеличение гетерогенности структуры усиливают эффект упругого последствия.

Упругий гистерезис является следствием упругого последствия. Упругое последствие изменяет ширину петли гистерезиса. Известно, что мерой рассеяния энергии в материале является площадь интегральной петли гистерезиса, определяющая в некотором масштабе величину необратимо рассеянной энергии во всем объеме материала тела за цикл деформирования с определенной амплитудой деформации.

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

Научное открытие (Диплом № 404)

«Закономерность аддитивности температурного последствия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения» [17]

Установлена неизвестная ранее закономерность аддитивности температурного последствия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения, заключающаяся в том, что в упругой и пластической областях твердых тел в зоне их фрикционного контакта происходит суммирование (аддитивность) температурных последствий, сопровождающих упругие и пластические последствия, обусловленная направленным перемещением дислокаций.

Создание нового класса микроэлектромеханических систем, микротехнологий, наноэлектрики, различных микроинструментов и приборов на основе научных открытий в области микро- и нанотрибологии (Дипломы № 258, № 277, № 289, № 302) даст, на наш взгляд, конкурентоспособные результаты, связанные с применением трибосопряжений с гелиевым изнашиванием.

Научные открытия (Дипломы № 258, № 277, № 289, № 302, № 392, № 404) лежат в основе квантовой теории трения и создания микро- и нанотехники.

Продолжение статьи см. Интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве» № 5, 2012

Уважаемые коллеги!

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

Ивасышин Г.С. Квантовый путь в новую эру измерения энтропии. Приложения квантовой механики // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2012, Том 4, № 4. С. 85–101. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_4_2012.pdf (дата обращения: ____).

Dear colleagues!

The reference to this paper has the following citation format:

Ivasyshin H.S. Quantum way to the new era of entropy measurements. Applications of quantum mechanics. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2012, Vol. 4, no. 4, pp. 85–101. Available at: http://www.nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_4_2012.pdf (Accessed ____). (In Russian).

Библиографический список:

1. *Дитрих Я.* Проектирование и конструирование: Системный подход. Пер. с польского М.: Мир. 1981. 456 с.
2. *Дубинин А.Д.* Энергетика трения и износа деталей машин. М.: Машгиз. 1963. 140 с.
3. *Ивасышин Г.С.* Нанотехнологии, перспективные в области водородной энергетики / Материалы XIV Международной научно-методической конференции «Высокие интеллектуальные технологии и инновации в образовании и науке». 14–15 февраля 2007. СПб.: Изд-во Политехнического университета. 2007. С. 256–257.
4. *Ивасышин Г.С.* Нанотрибологический форсайт и сверхпроводимость. // Межотраслевой альманах. Деловая слава России. М.: Славица. 2010. II вып. С. 112–113.
5. *Ивасышин Г.С.* Наука не стоит на месте. // Межотраслевый альманах. Деловая слава России. М.: Славица. 2010. IV вып. С. 35–51.
6. *Ивасышин Г.С.* Научные открытия в микро- и нанотрибологии. Феноменологические основы квантовой теории трения // Нанотехнологии в строительстве: Научный интернет-журнал. 2010. № 4. С. 35–51.
7. *Клявин О.В.* Физика пластичности кристаллов при гелиевых температурах. М.: Наука. 1987. 255 с.
8. *Колесников В.И.* Цели и задачи журнала «Трение и смазка в машинах и механизмах» / Ю.М. Лужнов, А.В. Чичинадзе // Приложение к журналу «Сборка в машиностроении, приборостроении». 2005. № 1 (7). С. 3–7.
9. *Кужанова Н.И.* Стратегия эволюции человечества в условиях экологического кризиса // Труды Псковского политехнического института. СПб.: Изд-во СПбГТУ. 1997. № 1. С. 226–227.
10. *Лапшин А.В.* Заочная аттестация – феномен биокомпьютерных технологий. Инновации. 2003 г. С. 127–128.
11. *Машков Ю.К.* Трение и модифицирование материалов трибосистем / К.И. Полещенко, С.Н. Поворознюк, П.В. Орлов. М.: Наука. 2000. 280 с.
12. Научное открытие (Диплом № 258). Закономерность аддитивности упругого последствия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения / Г.С. Ивасышин. М.: РАЕН, МААНОиИ. 2004.
13. Научное открытие (Диплом № 277). Закономерность аддитивности магнитного последствия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения из ферромагнитных материалов. / Г.С. Ивасышин. М.: РАЕН, МААНОиИ. 2005.
14. Научное открытие (Диплом № 289). // Закономерность аддитивности диффузионного магнитного последствия в объемных частях и поверхностных слоях

- пар трения из ферромагнитных материалов и сплавов. / Г.С. Ивасышин. М.: РАЕН, МААНОиИ. 2005.
15. Научное открытие (Диплом № 302). // Закономерность аддитивности водородного магнитного последействия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения из ферромагнитных материалов и сплавов. / Г.С. Ивасышин. М.: РАЕН, МААНОиИ. 2006.
 16. Научное открытие (Диплом № 392). Закономерность изменения энтропии термодинамического последействия триботехнической системы / Г.С. Ивасышин, М.М. Радкевич, С.Г. Чулкин. М.: РАЕН, МААНОиИ. 2010.
 17. Научное открытие (Диплом № 404). Закономерность аддитивности температурного последействия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения / Г.С. Ивасышин, М.М. Радкевич, С.Г. Чулкин. М.: РАЕН, МААНОиИ. 2010.
 18. Основы трибологии (трение, износ, смазка): уч. для техн. вузов. 2-е изд., переработ. и доп. / А.В. Чичинадзе, Э.Д. Браун, Н.А. Буше и др. М.: Машиностроение. 2001. 664 с.
 19. Радиационная стойкость материалов радиотехнических конструкций (справочник). М.: Сов. радио. 1978. 568 с.
 20. NSU 1381367 А 1 М К И G01 N3/48. Способ определения динамической твёрдости / Г.С. Ивасышин. 1988. Бюл. № 10.
 21. NSU 1619134 А 1 М К И G01 №3/56. Способ оценки относительной износостойкости металлов / Г.С. Ивасышин. 1991. Бюл. № 1.
 22. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника) / А.В. Чичинадзе, Э.М. Берлинер, Э.Д. Браун и др. М.: Машиностроение. 2003. 576 с.
 23. Трибология: исследования и приложения: опыт США и стран СНГ. М.: Машиностроение; Нью-Йорк: Аллертон-пресс. 1993. 452 с.
 24. Трифилова А.А., Коршунов И.А. Современный инновационный менеджмент. Инновации. 2003 г. С. 85–90.
 25. Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике / Р. Лейтон, М. Сэндс. Пер. с англ. М.: Мир. 1977. Т. 7. 288 с.
 26. Физические эффекты в машиностроении: справочник / В.А. Лукьянец, З.И. Алмазова, Н.П. Бурмистрова и др. М.: Машиностроение. 1993. 224 с.
 27. Физический энциклопедический словарь. / Гл. ред. А.М. Прохоров. М.: Мир. 1986. 384 с.
 28. Чолаков В. Нобелевские премии. Учёные и открытия. Пер. с болг. М.: Мир. 1986. 368 с.
 29. Эткинз П. Десять великих идей науки. Как устроен наш мир / Питер Эткинз. Пер. с англ. М.: АСТ: Астрель. 2008. 384 с.
 30. Ханс Оханьян. Эйнштейн: настоящая история великих открытий. М.: Эксмо. Пер. с англ. 2009. 384 с.

Перечень требований к оформлению материалов и условия представления статей для публикации

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

Общие требования

1. Авторы представляют в редакцию:

- рукописи в электронном виде (по электронной почте info@nanobuild.ru) в соответствии с правилами оформления материалов, приведенными в **Приложении 1** (текстовый и графический материал);
- сопроводительное письмо (редакция высылает авторам образец по их предварительному запросу);
- рецензию специалиста. Примерная структура рецензии приведена в **Приложении 4**. Рецензии принимаются за подписью специалиста с научной степенью доктора наук в той области, которой посвящена тематика статьи. Рецензию, заверенную гербовой печатью организации, в которой работает рецензент, необходимо отсканировать, сохранить ее как графический файл (предпочтительно в формате .jpg) и прислать в редакцию в электронном виде вместе со статьей. Редакция предоставляет рецензии по запросам авторам рукописей и экспертным советам в ВАК.

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

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

4. Для размещения статьи в журнале необходимо распечатать размещенную на сайте (полученную по запросу из редакции) квитанцию и

оплатить ее в Сбербанке. Отсканировав оплаченную квитанцию с отметкой банка об оплате, нужно сохранить ее как графический файл (предпочтительно в формате .jpg) и прислать в редакцию в электронном виде вместе со статьей.

5. Плата с аспирантов за публикацию статей не взимается.

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

7. 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.

8. Редакция не несёт ответственности за содержание рекламы и объявлений.

9. Авторские права принадлежат ООО «ЦНТ «НаноСтроительство», любая перепечатка материалов полностью или частично возможна только с письменного разрешения редакции.

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

Приложение 1**Правила оформления материалов**

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

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 *Рис.* с порядковым номером (12 кг, полужирный). Единственный рисунок в тексте не нумеруется.
- Между подписью к рисунку и последующим текстом – один междустрочный интервал.
- Все рисунки и фотографии должны быть контрастными и иметь разрешение не менее 300 dpi. Иллюстративный материал желательно представлять в цветном 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) x 230 (высота);
1/2 – 170 (ширина) x 115 (высота).

Приложение 2

Структура статьи

УДК

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

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

Заглавие (на русском языке)

Заглавие (на английском языке)

Аннотация (на русском языке)

Аннотация (на английском языке)

Ключевые слова (на русском языке)

Ключевые слова (на английском языке)

Текст статьи (на русском языке)

Текст статьи (на английском языке)*

Контактная информация для переписки (на русском языке)

Контактная информация для переписки (на английском языке)

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

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

* для авторов из-за рубежа

Приложение 3**Оформление библиографических ссылок**

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

1. Описание электронных научных изданий (на примере публикаций в электронном издании «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал»):

1. *Гусев Б.В.* Проблемы создания наноматериалов и развития нанотехнологий в строительстве // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2009. №2. С. 5–10. URL: [http // www.nanobuild.ru](http://www.nanobuild.ru) (дата обращения: 15.01.2010).

2. *Ивасышин Г.С.* Научные открытия в микро- и нанотрибологии. Феноменологические основы квантовой теории трения // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2010. № 4. С. 70–86. Гос. регистр. № 0421000108. URL: [http // www.nanobuild.ru](http://www.nanobuild.ru) (дата обращения: 22.10.2010).

3. *Смирнов В.А., Королев Е.В., Иноземцев С.С.* Стохастическое моделирование наноразмерных систем // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2012. № 1. С. 32–43. Гос. регистр. № 0421200108. URL: [http //www.nanobuild.ru](http://www.nanobuild.ru) (дата обращения: 22.03.2012).

Публикации в номерах:

2009 года приводятся без номера государственной регистрации в НТЦ «Информрегистр»;

2010 года – с номером государственной регистрации в НТЦ «Информрегистр» (Гос. регистр. № 0421000108);

2011 года – с номером государственной регистрации в НТЦ «Информрегистр» (Гос. регистр. № 0421100108);

2012 года – с номером государственной регистрации в НТЦ «Информрегистр» (Гос. регистр. № 0421200108).

2. Описание книги одного автора

Описание книги одного автора начинается с фамилии автора, если книга написана не более чем тремя авторами. Перед заглавием пишется только первый автор.

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

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

3. Описание книги четырех и более авторов

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

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

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

4. Описание статьи из журнала

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

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

5. Описание статьи из продолжающегося издания

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

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

6. Описание статьи из неперiodического сборника

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

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

7. Описание статьи из многотомного издания

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

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

8. Описание диссертаций

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

9. Описание авторефератов диссертаций

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

10. Описание депонированных научных работ

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

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

11. Описание нормативных актов (обязательны только подчеркнутые элементы):

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

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

12. Описание отчетов о НИР

Проведение испытания теплотехнических свойств камер КХС-12-В3 и КХС-2-12-З: Отчет о НИР (промежуточ.) / Всесоюз. заоч. ин-т пищ. пром-сти (ВЗИПП); Руководитель В.М. Шавра. ОЦО 102ТЗ; №ГР80057138; Инв. №5119699. М, 1981. 90 с.

13. Описание патентных документов (обязательны только подчеркнутые элементы):

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

Пат. 4194039 США, МКИ3 В 32 В 7/2. В 32 В 27/08. Multi-lauer polvolefin shrink film / W.B. Muelier; W.K. Grace & Co. №896963; заявл. 17.04.78; опубл. 18.03.80. 3 с.

Приложение 4

Структура рецензии на статью

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

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

Редакция

Главный редактор

Шеф-редактор

Консультанты:

Журналисты:

Дизайн и верстка

Перевод

доктор техн. наук, профессор Б.В. Гусев

Ю.А. Евстигнеева

доктор техн. наук, профессор И.Ф. Гончаревич

канд. техн. наук В.П. Кузьмина

И.А. Жихарева

Ю.Л. Липаева

А.С. Резниченко

С.Р. Мумина

«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).

«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 (<http://www.vak.ed.gov.ru>).



«Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» зарегистрирован в НТЦ «ИНФОРМРЕГИСТР» Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации:

- номер государственной регистрации 0421000108 (действителен в течение 2010 г.);
- номер государственной регистрации 0421100108 (действителен в течение 2011 г.);
- номер государственной регистрации 0421200108 (действителен в течение 2012 г.).

Каждой научной публикации в электронном издании присваивается уникальный идентификационный номер, который должен быть включен в библиографическую ссылку на публикацию. Публикации в электронных научных изданиях учитываются при защите диссертаций (присвоении ученого звания) при условии указания в материалах аттестационного дела номера регистрации электронного издания в НТЦ «Информрегистр» и идентификационного номера публикации, присваиваемых НТЦ «Информрегистр». Редакция высылает авторам справку НТЦ «Информрегистр» с идентификационного номера публикации. Кроме того, зарегистрированные публикации представлены в «Информационном бюллетене электронных научных изданий», размещенном на сайте НТЦ «Информрегистр» (<http://www.inforeg.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.

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 несет ответственности за содержание рекламы и объявлений.

Авторские права принадлежат ООО «ЦНТ «НаноСтроительство», любая перепечатка материалов полностью или частично возможна только с письменного разрешения редакции.

Учредитель и издатель журнала
ООО «ЦНТ «НаноСтроительство»

Дата опубликования
15 августа 2012 г.

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

МИНИМАЛЬНЫЕ СИСТЕМНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ДОСТУПА К ИЗДАНИЮ:

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).