



В НОМЕРЕ:

IN THE ISSUE:

- **И**сследование поливинилхлоридных композиций с углеродными нанотрубками
- **R**esearch of polyvinylchloride compound with carbon nanotubes
- **III** Международная научно-практическая online-конференция «Применение нанотехнологий в строительстве»
- **T**he Third International Theoretical and Practical Online-Conference «Application of Nanotechnologies in Construction Industry»
- **П**роблемы микро- и наномодифицирования швов при сварке строительных металлоконструкций
- **P**roblems of micro- and nanomodified joints under building metal structure welding
- **Н**азваны победители конкурса «Премия инноваций Сколково при поддержке Cisco I-PRIZE»
- **T**he winners of «Skolkovo Innovations Award supported by Cisco I-PRIZE»
- **Н**анодобавки для композиционных материалов
- **N**anoadditives for composite materials

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

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

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

ЛЕОНТЬЕВ Леопольд Игоревич – член президиума РАН, академик РАН

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Председатель редакционной коллегии

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

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

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

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

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

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

ФАЛИКМАН Вячеслав Рувимович – вице-президент ассоциации «Железобетон», академик РИА, лауреат премии Правительства РФ, Почетный строитель России, член 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 – Director of MSUCE's SEC on nanotechnologies, Academician of REA, Member of the RAACS, Doctor of Engineering, Professor

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

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

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

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

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

FALIKMAN Vyacheslav Ruvimovich – Vice-President of Association «Reinforced Concrete», 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

Борис Владимирович Гусев – инженер, ученый, организатор науки, образования и просветительской деятельности	6
III Международная научно-практическая online-конференция «Применение нанотехнологий в строительстве» (19–20 сентября 2011 г.)	10
<i>Ашрапов А.Х., Абдрахманова Л.А., Низамов Р.К., Хозин В.Г.</i> Исследование поливинилхлоридных композиций с углеродными нанотрубками.....	13
IX Международный строительный форум «Стройиндустрия-2011» в Сочи	25
<i>Звездов А.И.</i> Лауреаты программы «Российский Строительный Олимп-2011» – «Золотой фонд» строительной отрасли	30
<i>Болдырев А.М., Григораиш В.В.</i> Проблемы микро- и наномодифицирования швов при сварке строительных металлоконструкций	42
Названы победители конкурса «Премия инноваций Сколково при поддержке Cisco I-PRIZE»	53
<i>Ивасышин Г.С.</i> Научные открытия в микро- и нанотрибологии и гелиевое изнашивание	59
«SOCHI-BUILD» объединяет специалистов	77
<i>Кузьмина В.П.</i> Нанодобавки для композиционных материалов	81
О наращивании интеллектуального капитала и его защите путем патентования	90
Научно-техническая литература. Наноматериалы и нанотехнологии	91
Перечень требований к оформлению материалов и условия представления статей.....	96
Памяти Елены Дмитриевны Беломытцовой	105

CONTENTS

Boris Vladimirovich Gusev – Engineer, Scientist, Organizer of education and enlightener activities	6
The third international theoretical and practical online-conference «Application of nanotechnologies in construction industry»	10
<i>Ashrapov A.Kh., Abdrakhmanova L.A., Nizamov R.K., Khozin V.G.</i> Research of PVC Compound with Carbon Nanotubes	13
IX International Construction Forum «Stroyindustria-2011» in Sochi	25
<i>Zvezdov A.I.</i> Laureates of the program «Russian Construction Olympus-2011» – «Gold Fund» of Construction Industry	30
<i>Boldyrev A.M., Grigorash V.V.</i> Problems of micro- and nanomodified joints under building metal structure welding	42
The Winners of «Skolkovo Innovations award Supported by Cisco I-PRIZE»	53
<i>Ivasyshin G.S.</i> Scientific discoveries in micro- and nanotribology and helium wear	59
«SOCHI-BUILD» unites specialists	77
<i>Kuzmina V.P.</i> Nanoadditives for Composite Materials	81
On the build-up of intellectual capital and its protection by means of patenting	90
Scientific and Technical Literature. Nanomaterials and Nanotechnologies	91
The list of requirements to the presentation and article publication conditions	96
In memory of Elena Dmitryevna Belomytseva	105



ЮБИЛЕИ И ЮБИЛЯРЫ

ANNIVERSARY AND THE CELEBRANT

БОРИС ВЛАДИМИРОВИЧ ГУСЕВ – ИНЖЕНЕР, УЧЕНЫЙ, ОРГАНИЗАТОР НАУКИ, ОБРАЗОВАНИЯ И ПРОСВЕТИТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ



Есть люди, не нуждающиеся в представлении не только в связи с высоким положением, которое они занимают, и многочисленными наградами и званиями, но и в связи с умением решать самые злободневные проблемы, оставаясь, при этом, простыми и доступными для окружающих. Борис Владимирович ГУСЕВ несомненно относится к числу таких редких личностей.

Борис Владимирович Гусев – один из основателей и первый президент Инженерной академии СССР (1990 г.), преобразованной впоследствии в Российскую, а затем в Международную инженерную академию (1991–1992 гг.), президентом которых он является со дня их основания. Президент Российского союза общественных академий наук. Распоряжением Правительства Российской Федерации утвержден первым заместителем председателя Оргкомитета I Съезда инженеров России (2003 г.) и сопредседателем оргкомитета II Съезда инженеров России (2010 г.).



Борис Владимирович Гусев родился 13 мая 1936 г. в рабочем поселке Шилово Рязанской области. Окончил Тырновскую семилетнюю школу, Рязанский техникум железнодорожного транспорта. После окончания двух курсов Московского института инженеров железнодорожного транспорта (ныне Московский государственный университет путей сообщения) был направлен по обмену студентов в Варшавский политехнический институт, который окончил в 1961 г.

Научные степени и звания: доктор технических наук (1977 г.), профессор (1981 г.), член-корреспондент Российской академии наук (1991 г.), почетный и иностранный член российских и зарубежных академий наук.



Государственные и правительственные награды: орден «Знак Почёта» (1980 г.), орден «Дружба народов» (1988 г.), заслуженный деятель науки РФ (1996 г.), лауреат Государственных премий СССР (1979 г.) и РФ (2001 г.), премий Правительства РФ (1996, 2003 и 2009 гг.).

Почетные звания: почетный строитель РФ (1996 г.), почетный транспортный строитель (1995 г.), почетный железнодорожник (1996 г.), почетный строитель Москвы (2002 г.), лауреат премий имени Косыгина, Черепановых, Чохова, Кулибина, Мухелишвили.

Б.В. Гусев – инженер и ученый с мировым именем, выполнивший признанные в мире работы в области прочности и долговечности материалов, математического описания процессов коррозии, оптимизации технических решений и технологий по созданию новых конструкционных и теплоизоляционных материалов. Впервые исследовал проблемы прочности и долговечности горных пород и искусственных ком-

7

позиционных материалов с учетом их напряженно-деформированного состояния.

Внес большой вклад в развитие промышленности сборного железобетона, разработку и широкое применение технологии виброуплотнения, создание виброоборудования, которое стало выпускаться серийно. Автор разработки и внедрения ударно-вибрационной технологии уплотнения бетонной смеси. Его разработки были использованы при строительстве Центра Международной торговли, а также сооружений для проведения Московской Олимпиады 1980 г.

В настоящее время Б.В. Гусев занимается разработкой основ наноструктурирования цементных систем для повышения прочности бетона (в 2–3 раза) и создания суспензий и эмульсий высокой однородности и нерасслаиваемости для получения различных материалов, в том числе для создания защитных покрытий. Б.В. Гусев является экспертом РОСНАНО.

Б.В. Гусев – основатель научной школы, под его руководством подготовлено 10 докторов технических наук и 75 кандидатов в ряде стран мира. Широкомасштабная научная и просветительская деятельность Б.В. Гусева известна во многих странах. Им опубликовано более 500 научных трудов, 25 монографий и учебных пособий, в том числе на иностранных языках. Он – крупный изобретатель, имеет более 100 патентов на изобретения.

Борис Владимирович Гусев принимает самое активное участие в работе научно-технических советов Российской академии наук, экспертных советов при Правительстве РФ, Совета Федерации ФС РФ и Высшей аттестационной комиссии СССР и РФ, являясь руководителем и членом диссертационных и научно-технических Советов ряда министерств и ведомств СССР и России; ведет широкомасштабную деятельность по развитию международных научно-технических связей, выступает организатором многих научно-технических конгрессов, конференций, симпозиумов и выставок; один из признанных руководителей научно-технического сообщества, является сопредседателем Высшего инженерного совета России.

Активный сторонник интеграционных процессов в области науки и образования, Борис Владимирович – консультант, советник, почетный доктор и профессор ряда зарубежных университетов в России, Польше, Украине, Казахстане, Киргизии, Китае, Сербии и других странах.

За активную деятельность по развитию международного научно-технического сотрудничества в 1998 г. Международная энциклопедическая организация (Лондон) признала Б.В. Гусева «Человеком года». В том же году он был награжден Орденом Послов (Нью-Йорк). Борис Владимирович награжден также золотым знаком Союза польских студентов, Золотой медалью Армянской, Белорусской, Украинской, Грузинской, Казахской инженерных академий и другими наградами и почетными званиями международных научно-технических организаций.

Борис Владимирович Гусев является главным редактором Интернет-журнала «Нанотехнологии в строительстве». Статьи Бориса Владимировича всегда актуальны и содержательны, поэтому пользуются заслуженной популярностью у авторов и читателей. Издание признано специалистами строительной отрасли и nanoиндустрии, награждено знаком «Инженерная доблесть», отмечено дипломами, сертификатами и благодарностями различных профессиональных и общественных организаций.



Интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве» является лауреатом премии «Российский Строительный Олимп-2010». В том, что за сравнительно короткий период времени редакции электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» удалось достичь очень многого, есть большая заслуга Бориса Владимировича Гусева.

Коллектив редакции, редакционный совет и редакционная коллегия, авторы и читатели Интернет-журнала «Нанотехнологии в строительстве» сердечно поздравляют Бориса Владимировича ГУСЕВА с юбилеем и желают ему крепкого здоровья, благополучия, удачи и новых творческих свершений и побед! Огромное спасибо Вам, уважаемый Борис Владимирович, за Вашу непоколебимую веру в инженерное дело, за большой вклад в его развитие, за помощь в издании журнала!

Редакция издания надеется на продолжение нашего плодотворного сотрудничества!

III Международная научно-практическая online-конференция «Применение нанотехнологий в строительстве»



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

(19–20 СЕНТЯБРЯ 2011 г.)

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

(19–20 SEPTEMBER 2011)

Интернет-портал NanoNewsNet (www.nanonewsnet.ru) и электронное издание «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» (www.nanobuild.ru) совместно проводят III 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 Third 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 ГОУ 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. Посетите-

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

ли сайтов (www.nanonewsnet.ru и www.nanobuild.ru) смогут до 10 сентября с.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 14–15 сентября обобщит все вопросы и направит их участникам, 19–20 сентября участники online-конференции ответят на эти вопросы.

Материалы III 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» № 5/2011 (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.

sites (www.nanonewsnet.ru and www.nanobuild.ru) to be published, this is why Organizing Committee asks participants to indicate their place of employment, academic degree and academic status.

Organizing committee will summarize all the questions and sent them to participants on 14–15 of September, participants will answer these questions on 19–20 of September.

Materials of The Third 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», № 5/2011 (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.

А.Х. АШРАПОВ и др. Исследование поливинилхлоридных композиций с углеродными нанотрубками

УДК 691.175.743

АШРАПОВ Азат Халилович, аспирант, Россия

АБДРАХМАНОВА Ляйля Абдуллоевна, д-р техн. наук, проф., Россия

НИЗАМОВ Рашит Курбангалиевич, ректор КазГАСУ, д-р техн. наук, проф., Россия

ХОЗИН Вадим Григорьевич, д-р техн. наук, проф., Россия

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ASHRAPOV Azat Khalilovich, post-graduate student, Russian Federation

ABDRAKHMANOVA Laylya Abdulloevna, Doctor of Engineering, Professor, Russian Federation

NIZAMOV Rashit Kurbangalievich, Rector of KSUAE, Doctor of Engineering, Professor,

Russian Federation

KHOZIN Vadim Grigorievich, Doctor of Engineering, Professor, Russian Federation

Kazan State University of Architecture and Engineering

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ

RESEARCH OF PVC COMPOUND WITH CARBON NANOTUBES

Получены полимерные пленочные материалы на основе поливинилхлорида (ПВХ), содержащие от 0,001 до 0,1 м.ч. углеродных нанотрубок (УНТ), обладающих уникальными характеристиками: большой прочностью в сочетании с высокими значениями упругой деформации, химической и термической стабильностью. В целом, применение УНТ позволяет достичь существенного повышения технологических и эксплуатационных показателей ПВХ-композиций.

Obtained polymer film materials based on polyvinyl chloride (PVC) and containing carbon nanotubes (CNT) within the range of 0,001 to 0,1 mp have unique characteristics: high strength combined with high elastic strain, chemical and thermal stability. In general, the use of CNTs allows obtaining considerable increase of technological and operational parameters of PVC compositions.

Ключевые слова: полимерные нанокомпозиты, поливинилхлорид, углеродные нанотрубки.

Key words: polymer nanocomposites, polyvinylchloride, carbon nanotubes.

Современное строительное материаловедение способствует развитию nanoиндустрии, расширяет рынок материалов, полученных с применением нанотехнологии [1, 2]. Большинство исследований и публикаций посвящено использованию нанотехнологий при производстве традиционных строительных материалов. Но наряду с бетоном, древесиной, керамикой, природным камнем, металлами широкое применение в строительстве находят различные полимерные материалы. Сегодня придается большое значение разнообразию архитектурных форм, отделке и дизайну зданий и сооружений, предъявляются повышенные требования к их тепло- и гидроизоляции, растет спрос на внутренние и наружные отделочные материалы, поэтому полимеры как никогда востребованы. При производстве полимерных нанокомпозиционных материалов особенно широки возможности регулирования свойств как на молекулярном, так и на макроуровне. Модификация различных полимеров наноструктурными добавками позволяет создавать полимерные связующие и композиты нового поколения с комплексом улучшенных характеристик, которые можно использовать даже для получения высокопрочных конструктивных строительных материалов [3].

В течение последних лет в НИЦ «Нанотех-СМ» при кафедре технологии строительных материалов, изделий и конструкций КазГАСУ проводятся исследования возможности и эффективности применения нанодобавок неорганической и органической природы в производстве ПВХ-материалов. Ведется поиск наноразмерных порошков, способных совмещать в ПВХ-композициях строительного назначения функции усиливающего наполнителя стабилизатора и пластификатора.

Основой технологии наномодифицирования [4] является тот или иной способ введения и равномерного распределения в полимерной матрице сверхмалых доз наночастиц, стремящихся к агрегации. Особенно сложно реализовать это в линейных полимерах, в частности в ПВХ, ввиду высокой вязкости их расплавов.

Поскольку в состав ПВХ-композиции обычно входят пластификаторы, стабилизаторы, наполнители, модификаторы ударной прочно-

сти, смазки, имеющие разную химическую природу и агрегатное состояние, то появляется возможность расширить способы совмещения полимера с нанодобавками [5], а именно:

а) путем приготовления премиксов: то есть смешением в расплаве части «чистого» ПВХ с ранее наномодифицированным ПВХ, полученным в процессе синтеза или механического смешения. Преимущество применения премиксов заключается в том, что они изготавливаются по традиционной технологии, а их рецептура содержит достаточно высокую концентрацию нанонаполнителя (почти на порядок больше, чем в конечном нанокompозите), поэтому достичь высокой однородности распределения нанодобавок значительно проще;

б) введением нанодобавок в жидкий пластификатор в количестве от 10 до 20 % с равномерным диспергированием, что позволит не вносить особых изменений в технологический процесс получения ПВХ-композиции. В процессе переработки происходит набухание и частичное растворение ПВХ в пластификаторе, уже содержащем наномодификатор. Наиболее пригоден этот способ при производстве пластизолей;

в) введением нанодобавок в смесь с дисперсными наполнителями, которые являются одними из наиболее массовых компонентов в ПВХ-композициях. Широко применяемыми наполнителями являются мел, каолин, гидроксид алюминия, асбест, аэросил. Метод заключается в интенсивном механическом смешении нанонаполнителя с порошком наполнителя в смесителе, скоростном диспергаторе или мельницах различного типа.

В [6–8] изучены некоторые аспекты диспергирования наноразмерных частиц в матрице ПВХ. Авторы рассматривают совмещение пластифицированного ПВХ с нанодобавками в смесителе путем тщательного перемешивания в течение 45 минут при температуре от 90 °С, с дальнейшим вальцеванием смеси в интервале от 145 до 180 °С. С помощью электронного микроскопа изучалось распределение нанодобавки в зависимости от ее концентрации, температуры вальцевания и типа пластификатора; определялись средние диаметры частиц (агломератов). Выявлено улучшение физико-механических, технологических параметров ПВХ-образцов. Анализируются причины возникновения агломератов и методы «борьбы» с ними. В жестких образцах ПВХ, в которых пластификатор или отсутствует полностью, или содержится

в очень малых количествах, распределение наночастиц представляет еще более сложную задачу вследствие высокой вязкости расплавов.

В нашей работе изучалась эффективность совмещения ПВХ с многослойными углеродными нанотрубками (УНТ) фирмы «Arkema» (Франция). Их характеристики: размеры: 10–15 нм в диаметре и 1–15 мкм в длину, удельная поверхность 119,33 м²/г, модуль Юнга ~0,8 ГПа, коэффициент Пуассона ~0,33, модуль сдвига ~0,45 ГПа. Открытые в 90-х годах прошлого века УНТ обладают уникальными характеристиками [9]: большой прочностью в сочетании с высокими значениями упругой деформации, хорошей электропроводностью и адсорбционными свойствами, химической и термической стабильностью и т.д. На рис. 1 представлены данные по распределению частиц по размерам (РЧР) УНТ, полученные лазерно-дифракционным методом на приборе Horiba LA 950.

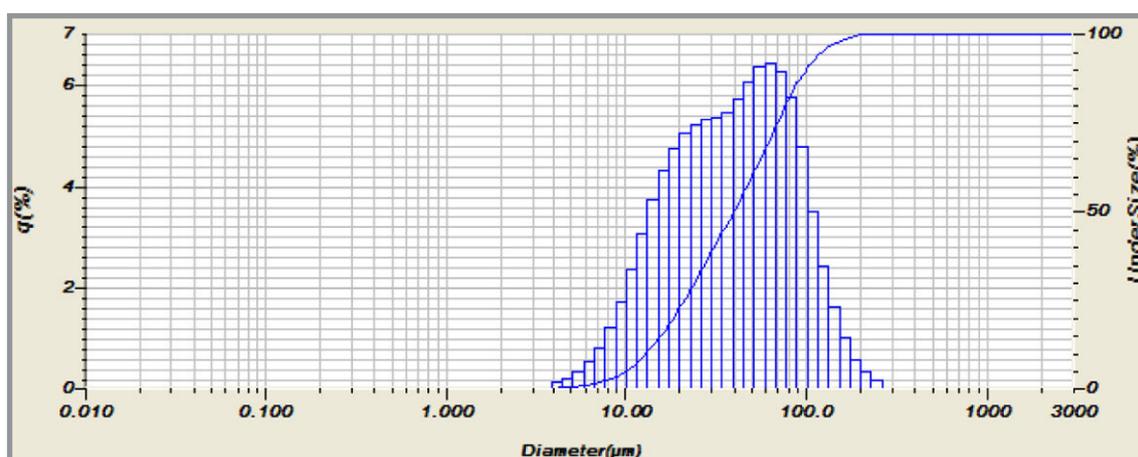


Рис. 1. Распределение частиц по размерам УНТ

Видно, что диапазон по размерам частиц достаточно широк – от 4 до 280 мкм, то есть основная доля частиц находится на микронном и даже субмикронном уровне. Под действием мощных ван-дер-ваальсовых сил одиночные УНТ образуют устойчивые агломераты, образованные на этапе их производства, диспергирование которых обычными методами не дает ожидаемых результатов, поэтому при получении ПВХ-композиций в расплаве распределяются не отдельные трубки, а их агломераты, что вносит особенности в характер изменения технологических и эксплуатационных свойств композитов.

А.Х. АШРАПОВ и др. Исследование поливинилхлоридных композиций с углеродными нанотрубками

В качестве исходных компонентов для приготовления ПВХ-композиций были применены суспензионный ПВХ марки С-7058 (плотность зерна $1,42 \text{ г/см}^3$, насыпная плотность $0,54\text{--}0,58 \text{ г/см}^3$) и комплексный свинцовый стабилизатор Interstab L 3150, содержащий смесь свинцовых солей (двухосновный стеарат свинца до 51%) с другими термостабилизаторами и ингредиентами (солями жирных кислот других металлов, металлоорганическими соединениями, антиоксидантами и др.). Составы, представленные в таблице, содержат от 0,001 до 0,1 м.ч. УНТ.

№ образца	0	1	2	3	4	5	6
ПВХ (м.ч.)	100	100	100	100	100	100	100
Комплексный стабилизатор Interstab (м.ч.)	4	4	4	4	4	4	4
УНТ (м.ч.)	–	0,001	0,002	0,003	0,005	0,01	0,1

В ходе исследований были изучены структура, механические и технологические свойства наномодифицированного ПВХ. Приготовление композиций производилось с использованием премиксов, которые предварительно готовились совместным смешением 100 м.ч. суспензионного ПВХ и 1 м.ч. УНТ в планетарной шаровой мельнице (ПШМ) RETSCH PM 100CM (20 мин., при 650 об/мин.). Данный вид совмещения под действием ударных и сдвиговых нагрузок способствует равномерному диспергированию [10, 11]. Для сравнения при аналогичных условиях обрабатывали и исходный суспензионный ПВХ. Из данных рис. 2 и 3 следует, что средний размер частиц премикса суспензионного ПВХ с добавкой УНТ снизился по сравнению с исходным, подвергнутым обработке в мельнице ПВХ со 195 до 178 мкм. Кроме того, средний размер мелкой фракции премикса составляет 89 мкм против 113 мкм исходного ПВХ. Эти факты свидетельствуют о снижении слипания частиц ПВХ, очевидно, вследствие повышения электропроводности композиции, содержащей УНТ. Использование углеродных нанотрубок для придания полимерам антистатических и проводящих свойств является на сегодняшний день одним из самых интересных направлений их использования в полимерных нанокомпозитах. Удельное поверхностное электрическое сопротивление ПВХ $\rho_s = 10^{14}\text{--}10^{15} \text{ Ом} \cdot \text{см}$, что более чем в 10^{15} раз превышает значения для УНТ ($5 \cdot 10^{-6}\text{--}0,8 \text{ Ом} \cdot \text{см}$) [9].

А.Х. АШРАПОВ и др. Исследование поливинилхлоридных композиций с углеродными нанотрубками

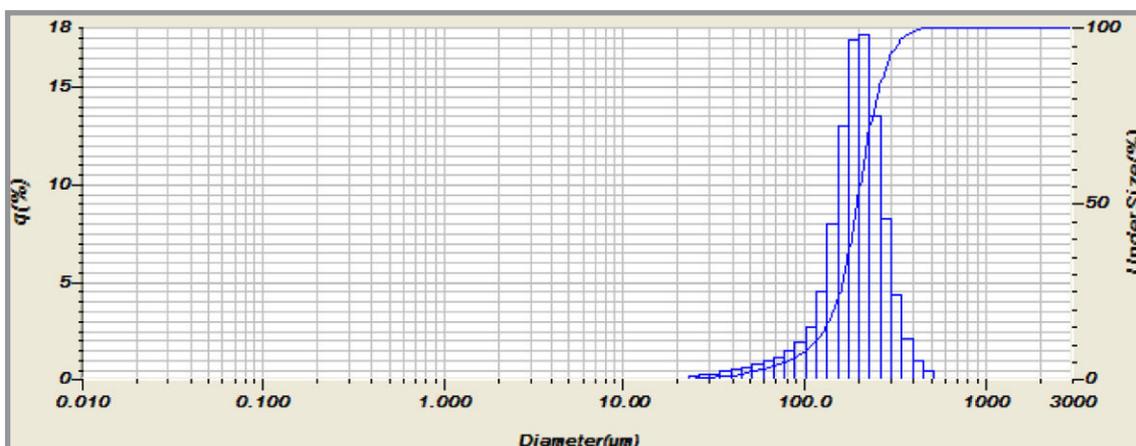


Рис. 2. Распределение частиц по размерам немодифицированного ПВХ

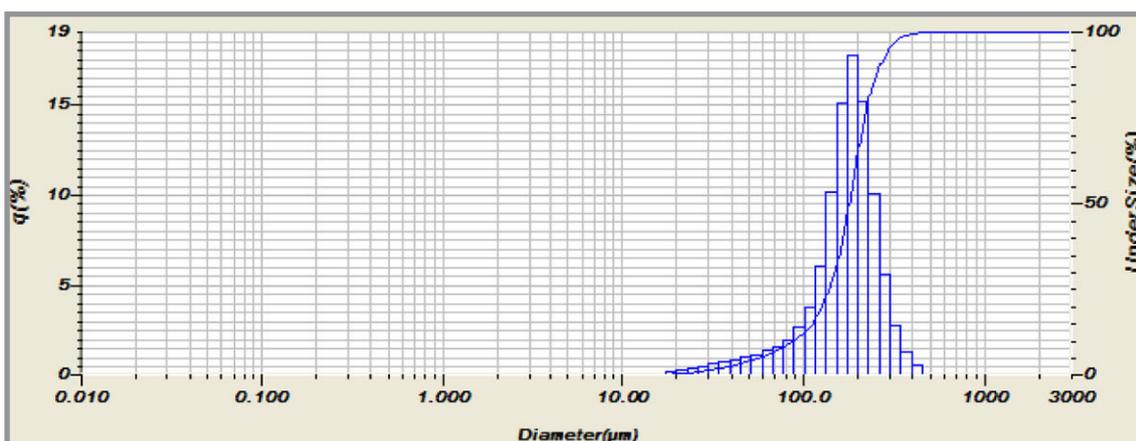


Рис. 3. Распределение частиц по размерам премикса ПВХ с УНТ

Данные РЧР подтверждаются представленными на рис. 4–6 микрофотографиями чистого порошка ПВХ до и после обработки в ПШМ, а также премикса (микрофотографии получены на оптическом микроскопе Carl Zeiss Axioskop 40 Pol в проходящем свете при увеличении $\times 100$). На рис. 5 прослеживается стремление к агрегированию частиц ПВХ, что наблюдалось как при препарировании проб при съемке на оптическом микроскопе, так и при диспергировании их ультразвуком в лазерном анализаторе. В премиксе (рис. 6) на поверхности частиц ПВХ сорбируются УНТ (черные вкрапления), снижающие накопление статического электричества, в целом оказывая положительное влияние

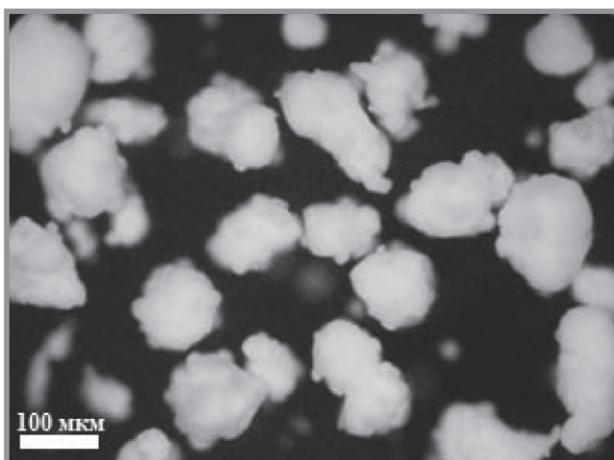


Рис. 4. Суспензионный ПВХ



Рис. 5. Суспензионный ПВХ
после обработки в ПШМ

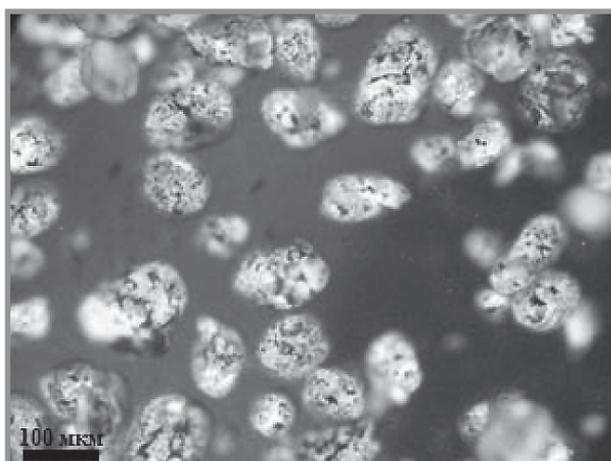


Рис. 6. Премикс ПВХ с УНТ

на процесс дальнейшего совмещения его с ПВХ и переработки композиции в расплаве.

Согласно ГОСТ 14236-81 были определены показатели прочности при растяжении пленочных образцов размерами 15 x 150 мм с длиной рабочего участка 50 мм. Испытания на прочность проводились на разрывной машине РМИ-250 при скорости движения захватов 100 ± 10 мм/мин. За величину прочности в продольном направлении принимали среднее арифметическое значение результатов испытаний всех образцов одного состава. На рис. 7 приведена зависимость прочности от концентрации

УНТ от 0 до 0,01 на 100 м.ч. ПВХ (в интервале концентраций от 0,01 до 0,1 м.ч. практически заметных изменений прочности, а также проявлений и других свойств, не происходит).

Термостабильность ПВХ-образцов определяли в соответствии с ГОСТ 14041-91. Суть метода заключается в определении времени термостатирования образца при температуре 175 °С до начала выделения свободного хлористого водорода, вызывающего изменение окраски индикаторной бумаги. Результаты оценки термостабильности представлены на рис. 8.

Испытание образцов на водопоглощение проведено согласно ГОСТ 4650-80 на образцах пленок размерами 50 x 50 мм в течение 24 ч (рис. 9).

Показатель текучести расплава (ПТР) – важный технологический параметр, характеризующий способность полимера к вязкому течению при воздействии внешних усилий. Измерения проводились согласно ГОСТ 11645-83 на пластометре типа «Франк» при температуре 190 °С под нагрузкой 21,6 кг (рис. 10).

Анализируя приведенные на рис. 7–10 результаты, можно сделать вывод о том, что введение УНТ в количестве 0,001–0,002 м.ч. в ПВХ-композицию приводит к резкому увеличению прочности характеристик (в среднем на 20 %), повышению термостабильности (с 34 до 49 мин., т. е. примерно на 40 %) и уменьшению водопоглощения (на 27 %). Показатель текучести расплава имеет тенденцию роста до 0,001 м.ч. УНТ в композиции. Одним из наиболее часто встречающихся возражений против введения в полимеры жестких наночастиц является ожидаемое повышение вязкости и затруднения переработки. Однако экспериментальные данные не только опровергают это опасение, но и свидетельствуют о снижении вязкости систем с введением углеродного нанонаполнителя. По-видимому, при определенной скорости сдвига происходит переход от турбулентного к ламинарному течению, при котором вязкость снижается [12].

Таким образом, введение УНТ в очень малых количествах (0,001–0,005 %) способно существенно влиять на технические показатели ПВХ. Этот эффект усиления и его структурный механизм вполне соответствуют закономерностям и механизмам аналогичных эффектов в других материалах: металлах (легирование), бетонах (суперпластификация и легирование микрокремнезёмом), полимерах (межструктурная пла-

А.Х. АШРАПОВ и др. Исследование поливинилхлоридных композиций с углеродными нанотрубками

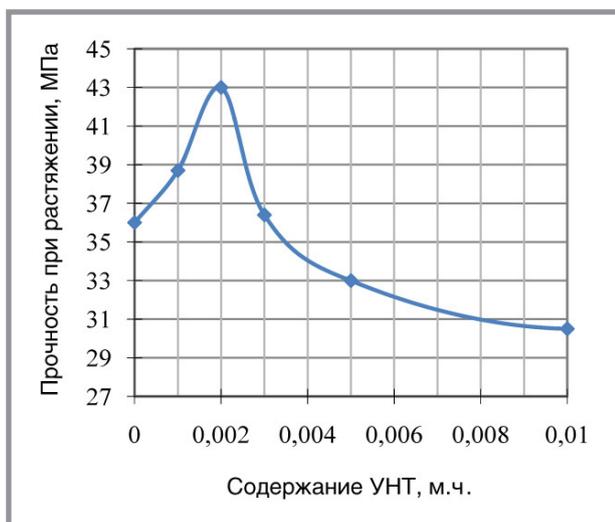


Рис. 7. Зависимость прочности при растяжении ПВХ-пленок от концентрации УНТ

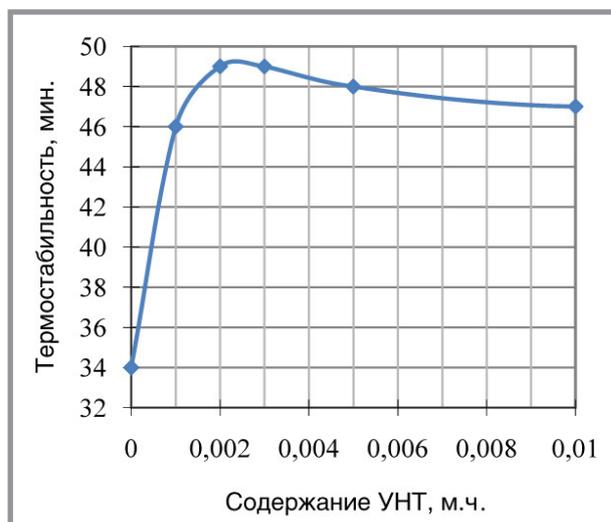


Рис. 8. Зависимость термостабильности ПВХ-композиций от концентрации УНТ

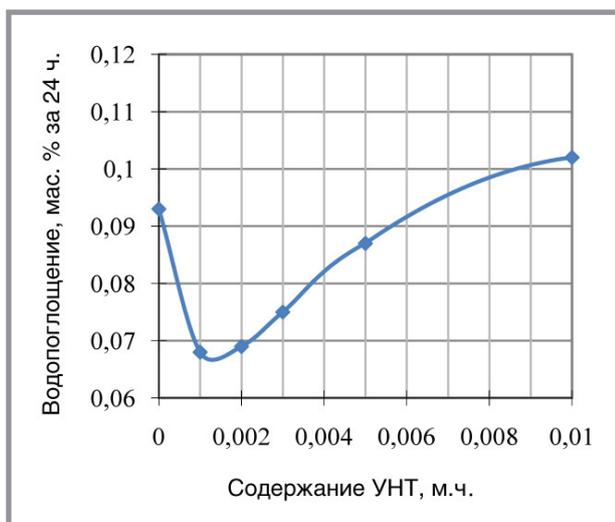


Рис. 9. Зависимость водопоглощения ПВХ-образцов от концентрации УНТ

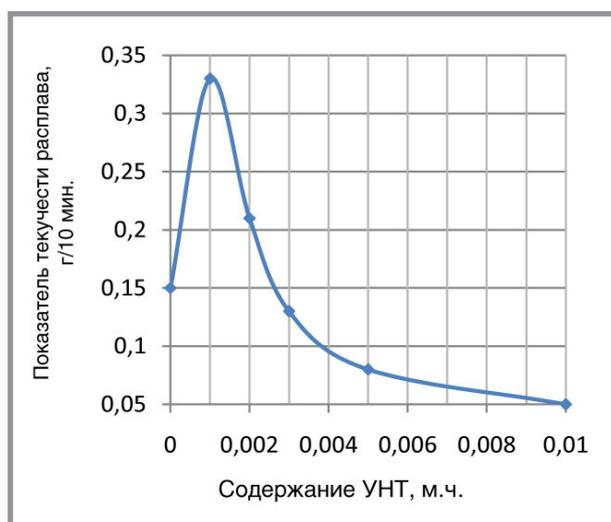


Рис. 10. Зависимость показателя текучести расплава ПВХ-композиций от концентрации УНТ

стификация и межструктурное наполнение) [13–15]. Суть состоит в том, что все технические материалы являются гетерогенными системами, даже однофазные стекла, формирование структуры которых сопровождается образованием межструктурных (межкристаллитных, меж-

А.Х. АШРАПОВ и др. Исследование поливинилхлоридных композиций с углеродными нанотрубками

глобулярных, межфазных) областей с низкой плотностью упаковки, высокой концентрацией дефектов, примесей. Это – очаги деструкции, зарождения трещин при нагрузках. Малые ультра- и микродисперсные добавки, в частности, УНТ, концентрируются в этих локальных межкристаллитных или межглобулярных зонах ПВХ, уплотняют их и, обладая огромной адсорбционно-активной поверхностью, взаимодействуют с «окружающими» молекулами, связывая их и упрочняя этот микрообъем полимерной матрицы, превращая ее в элемент усиления. Детализация этой общей схемы наномодификации ПВХ углеродными нанотрубками требует дальнейшего исследования, однако она вполне отвечает современным представлениям о структурной модификации полимеров, в том числе поливинилхлорида [16].

Авторы статьи выражают благодарность доктору технических наук, профессору Яковлеву Григорию Ивановичу (Ижевский государственный технический университет) за предоставленные для проведения экспериментов углеродные нанотрубки фирмы «Аркета» (Франция).

Уважаемые коллеги!

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

Ашрапов А.Х., Абдрахманова Л.А., Низамов Р.К., Хозин В.Г. Исследование поливинилхлоридных композиций с углеродными нанотрубками // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2011, Том 3, № 3. С. 13–24. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_3_2011.pdf (дата обращения: __ __ __).

Dear colleagues!

The reference to this paper has the following citation format:

Ashrapov A.Kh., Abdrakhmanova L.A., Nizamov R.K., Khozin V.G. Research of PVC Compound with Carbon Nanotubes. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2011, Vol. 3, no. 3, pp. 13–24. Available at: http://www.nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_3_2011.pdf (Accessed __ __ __). (In Russian).

Библиографический список:

1. Об использовании нанотехнологий и наноматериалов в строительстве. Часть 2/ В.Р. Фаликман // Нанотехнологии в строительстве. 2009. № 2. С. 10–21.
2. Нанотехнологические исследования строительных композитов: общие суждения, основные направления и результаты / Е.М. Чернышов // Нанотехнологии в строительстве. 2009. № 1. С. 45–49.
3. Наследование полимерными композитами структур наноразмерных неорганических наполнителей / Л.Ю. Огрель, В.В. Строкова, Я. Ли // Строительные материалы. 2009. № 9. С. 75–77.
4. Полимерные нанокомпозиты строительного назначения / В.Г. Хозин, Р.К. Низамов // Строительные материалы, 2009. № 8. С. 33–35.
5. Разработка эффективных способов введения наномодификаторов в ПВХ композиции / А.Х. Ашрапов, Л.А. Абдрахманова, Р.К. Низамов // Сб. IX чтений РААСН, Казань, 2010. С. 267–271.
6. Mechanical properties of PVC/nano-CaCO₃ composites / L. Zhang, X. Chen, C. Li // Journal of materials science. 2005, is. 40. P. 2097–2098.
7. Material properties of nanoclay PVC composites / H. Awad, D. Benderly, E. Manias // Polymer. 2009, is. 50. P.1857–1867.
8. Исследование диспергирования и структуры нанонаполнителей в композициях ПВХ / В.В. Гущев, Л.А. Шулаткина // Пластические массы. 2008. № 4. С. 23–27.
9. Polymer nanocomposites / R.K. Gupta, E.A. Kennel. New York: Taylor & Francis, 2010. 552 p.
10. Ашрапов А.Х. Особенности модификации поливинилхлорида наночастицами различной природы / А.Х. Ашрапов, Л.А. Абдрахманова, Р.К. Низамов // Высокие технологии и фундаментальные исследования: сб. тр., том 3. Санкт-Петербург, 2010. С. 176–181.
11. Наночастицы металлов в полимерах / Ф.Д. Помогайло, А.С. Розенберг, И.Е. Уфлянд. М.: Химия, 2000. 672 с.
12. Переход хаос–порядок в критических режимах течения сдвига расплавов полимеров и нанокомпозитов / В.Г. Куличихин, А.В. Семаков, В.В. Карбушев, Н. А. Платэ // Высокомолекулярные соединения. 2009. Том 51. № 11. С. 2044–2053.
13. Модификация цементных бетонов малыми легирующими добавками / В.Г. Хозин, Н.Н. Морозова, И.Р. Сибгатуллин, А.В. Сальников // Строительные материалы. 2006. № 10. С. 30–32.
14. Физико-химические основы пластификации полимеров / П.В. Козлов, С.П. Панков. М.: Химия, 1982. 224 с.
15. Наполненные кристаллизующиеся полимеры / В.П. Соломко. Киев: Наукова думка, 1980. 264 с.
16. Низамов Р.К. Полифункциональные наполнители поливинилхлорида /Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2005, 234 с.

References:

1. About the use of nanotechnologies and nanomaterials in construction. Part 2. / V.R. Falikman / Nanotechnologies in Construction. 2009. № 2. P. 10–21.
2. The nano-technology studies of construction composites: general considerations, main directions and results / E.M. Chernyshov / Nanotechnologies in Construction. 2009. № 1. P. 45–49.
3. Polymer composites inheritance of structures of nanodimensional inorganic fillers / L.Y. Ogrel, V. Strokova, J. Lee // Building Materials, 2009. № 9. P. 75–77.
4. Polymeric nanocomposites for construction / V.G. Khozin, R.K. Nizamov // Building Materials. 2009. № 8. P. 35–35.
5. Development of the effective ways of introducing nanoadditives in PVC compounds / A.Kh. Ashrapov, L.A. Abdrakhmanova, R.K. Nizamov // coll. of IX readings RAASN, Kazan. 2010. P. 254–258.
6. Mechanical properties of PVC/nano-CaCO₃ composites / L. Zhang, X. Chen, C. Li // Journal of materials science. 2005. issue 40. P. 2097–2098.
7. Material properties of nanoclay PVC composites / H. Awad, D. Benderly, E. Manias // Polymer. 2009. is. 50. P.1857–1867.
8. Investigation of the dispersion and structure of nanofillers in the compositions of PVC / V.V. Guzeev, L.A. Shulatkina / Plastics mass. 2008. № 4. P. 23–27.
9. Polymer nanocomposites / R.K. Gupta, E.A. Kennel. New York: Taylor & Francis, 2010. 552 p.
10. *Ashrapov A.Kh.* Particular features of the modification of polyvinylchloride nanoparticles of various nature // A.Kh. Ashrapov, L.A. Abdrakhmanova, R.K. Nizamov / High technologies and fundamental researches: Proceedings. Volume 3. St. Petersburg, 2010. P. 176–181.
11. Metal nanoparticles in polymers / F.D. Pomogailo, A.S. Rosenberg, I.E. Uflyand. M.: Khimiya. 2000. 672 p.
12. Chaos-order transition at the critical flow regimes shift melts of polymers and nanocomposites / V.G. Kulichikhin, A.V. Semakov, V.V. Karbushev, N.A. Plate // Polymer. 2009. Vol. 51. № 11. P. 2044–2053.
13. Modification of cement concrete by small alloying additions / V.G. Khozin, N.M. Morozova, I.R. Sibgatullin, A.V. Salnikov // Building Materials. 2006. № 10. P. 30–32.
14. Physicochemical basis of polymers plasticization / P.V. Kozlov, S.P. Punkov. Moscow: Khimiya. 1982. 224 p.
15. Filled crystallizing polymers / V.P. Solomko. Kiev.: Naukova Dumka, 1980. 264 p.
16. Multifunctional PVC fillers / R.K. Nizamov Kazan: Kazan state. techn. university press. 2005. 234 p.

Контакты / Contact:

Ашрапов Азат Халилович – 420043, Казань, ул. Зеленая, д. 1, КазГАСУ,
каф. «Технологии строительных материалов, изделий и конструкций».
e-mail: azat642@yandex.ru

Ashrapov Azat Khalilovich – 420043, Kazan, Zelenaya St., 1,
Kazan State University of Architecture and Engineering.
e-mail: azat642@yandex.ru



IX МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ «СТРОЙИНДУСТРИЯ-2011» В СОЧИ

IX INTERNATIONAL CONSTRUCTION FORUM “STROIINDUSTRIA-2011” IN SOCHI

29 апреля в городе Сочи закончил свою работу IX Международный строительный форум «Стройиндустрия-2011». Форум этого года по праву можно назвать международным – в мероприятии приняли участие компании из Италии, Китая, Северной Кореи, Финляндии, Белоруссии и Украины, а также из большинства регионов Российской Федерации – Москвы и области, Санкт-Петербурга, Волгограда, Екатеринбурга, Иркутска, Казани, Краснодара, Ростова-на-Дону, Сочи, Челябинска, Нижнего Новгорода. Более 150 компаний представили свои разработки для возведения и реконструкции многочисленных объектов курорта.





Форум традиционно состоял из наиболее востребованных в регионе направлений: Архитектура. Строительство. Благоустройство. ЖКХ. Спортивные объекты – проектирование, строительство, оснащение. Климатические системы. Тепло-, газо-, водоснабжение. Энергосбережение и электротехника в строительстве. Стройспецтехника. Дорога. Тоннель. Дом. Дача. Коттедж. Деревянное домостроение. Ландшафтный дизайн. Дизайн интерьера, экстерьера. Декор. Экология. Безопасность.

В церемонии официального открытия форума и выставочной экспозиции приняли участие: начальник Управления капитального строительства администрации г. Сочи Павел Александрович Терехов, генеральный директор Союза строителей (работодателей) Кубани Александр Васильевич Денисов, заместитель начальника Управления архитектуры и градостроительства администрации г. Сочи Наталья Николаевна Клейменова, начальник архитектурного отдела Госкорпорации «Олимпстрой» Юрий Владимирович Менчиц, директор МУ г. Сочи «МИГ» Константин Павлович Мацкевич, президент Союза строителей г. Сочи Михаил Иванович Глянецв, генеральный директор Выставочной компании «Сочи-Экспо ТПП г. Сочи» Тарас Викторович Ярош.

Почетные гости отметили важность и необходимость проведения данного мероприятия в городе Сочи в преддверии масштабных преобразований, его вклад в развитие строительной отрасли и городского хозяйства курорта.

Начальник Управления капитального строительства администрации г. Сочи Павел Александрович Терехов в своем приветственном слове к участникам и гостям форума подчеркнул, что «строительная отрасль является одной из градообразующих отраслей Сочи и в связи с интенсивным строительством объем освоенных средств за последние 2 года



только по линии администрации вырос более чем в 40 раз, поэтому сейчас, как никогда, востребованы новейшие технологии и материалы, которые представлены на форуме и выставочной экспозиции».

Президент Союза строителей г. Сочи Михаил Иванович Глянецев охарактеризовал форум как меро-

прияние, которого очень ждут специалисты строительного рынка. «Подобные форумы, на которых демонстрируются новые архитектурные проекты, современные технологии и оборудование, без сомнения помогут улучшить облик столицы зимней Олимпиады 2014», – отметила заместитель начальника Управления архитектуры и градостроительства администрации г. Сочи Наталья Николаевна Клейменова.

Ежегодный форум «Стройиндустрия» – это не только возможность ознакомиться с последними технологическими разработками и реализованными проектами, но и принять активное участие в деловой программе мероприятия. Насыщенная деловая программа – традиция строительного форума. В течение четырех дней его работы на специализированных площадках состоялись круглый стол, многочисленные семинары и презентации, которые собрали для обсуждения специалистов строительного комплекса. Активное участие в деловой программе форума приняли руководители профильных управлений администрации Краснодарского края и г. Сочи, архитекторы, проектировщики, специалисты строительных организаций и профессиональных объединений, предприятия городского хозяйства, производители и дистрибьюторы строительных материалов и технологий.

Одним из центральных событий деловой программы «Стройиндустрии-2011» стало проведение круглого стола на тему: «Основные направления развития зоны международного гостеприимства в период подготовки к XXII Зимним Олимпийским играм и XI Паралимпийским зимним играм в городе Сочи», в рамках которого были рассмотрены наиболее актуальные направления олимпийского строительства и постолимпийского наследия. Одним из важнейших вопросов, рассмотренных в ходе проведения круглого стола, стал вопрос о состоянии внешнего облика города, принимающего Олимпийские игры 2014 года,



а в последующем и других не менее масштабных событий мирового значения. основополагающим документом этого направления стала концепция единого пространства территории проведения Олимпийских игр и прилегающих к олимпийским объектам зонам международного гостеприимства, принятая в 2010 году. Данная концепция предусматривает зонирование территории Большого Сочи и работу по основным направлениям, а именно: модернизацию существующего жилого фонда, благоустройство и озеленение территории, монументально-художественное и рекламно-информационное обеспечение, а также свето-цветовое зонирование. В ходе круглого стола были подведены результаты проделанной работы в рамках концепции, выдвинуты свежие актуальные предложения, которые позволят улучшить пространственную среду и эстетическую привлекательность города, превратят Сочи в один из самых благоустроенных и привлекательных мировых курортов.

Доказали свою востребованность и другие мероприятия, проходящие в рамках форума – живой интерес вызвали семинары ООО «КНАУФ МАРКЕТИНГ КРАСНОДАР» на тему: «Инновационные материалы КНАУФ для решения современных строительных задач пожарной безопасности, повышения тепло- и звукоизоляции ограждающих конструкций зданий», «Локальные системы очистки сточных вод компании «Wavin-Labko» (Финляндия)», «Энергоэффективные и экологичные решения в сфере строительства. Применение в Сочи» компании «БАСФ», а также доклады партнеров компании ООО «СафПласт», ООО «НИЦ ДПК», ЗАО «Мосстрой-31».

28 апреля все желающие приняли участие в ярмарке вакансий строительных специальностей, организатором которой выступил Центр занятости населения города Сочи.

Сегодня в Сочи происходят масштабные инфраструктурные изменения и одной из главных задач, стоящих перед участниками этого процесса, является возведение объектов с применением новейших технологий, оборудования и материалов. IX строительный форум «Стройиндустрия-2011» бесспорно оказал содействие в решении этой важной задачи.

Организатором IX Международного строительного форума «Стройиндустрия-2011» выступила Выставочная компания «Сочи-Экспо ТПП г. Сочи» при содействии Администрации г. Сочи, ТПП г. Сочи, Городского собрания г. Сочи, Союза Строителей (работодателей) Кубани, Со-



IX Международный строительный форум «Стройиндустрия-2011» в Сочи

юза строителей г. Сочи, сочинской общественной организации «Союз архитекторов России».

Информационную поддержку мероприятию осуществляли ведущие специализированные СМИ, среди которых – Интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве». За информационную поддержку и активное участие в IX Международном строительном форуме «Стройиндустрия-2011» Интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве» награжден Дипломом.

Следующий проект строительной тематики – X Международный строительный форум «SOCHI-BUILD» и специализированные выставки пройдут с 19 по 22 октября 2011 года в Сочи, в выставочных павильонах у Морского порта.



Оргкомитет:

Выставочная компания «Сочи-Экспо ТПП г. Сочи».

Тел./факс: (8622) 642-333, 648-700, (495) 745-77-09

www.sochi-expo.ru

Редакция Интернет-журнала «Нанотехнологии в строительстве» приглашает специалистов опубликовать материалы по тематике Интернет-журнала и подписаться на издание. Ознакомиться с содержанием номеров журнала и перечнем требований к оформлению материалов можно на сайте издания (www.nanobuild.ru). По вопросам публикации материалов следует обращаться по электронной почте ([e-mail: info@nanobuild.ru](mailto:info@nanobuild.ru)).



ЛАУРЕАТ ПРЕМИИ
РОССИЙСКИЙ
СТРОИТЕЛЬНЫЙ
ОЛИМП-2010

А.И. ЗВЕЗДОВ Лауреаты программы «РОССИЙСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ОЛИМП-2011»

ЗВЕЗДОВ Андрей Иванович, президент ассоциации «Железобетон», первый вице-президент Российской инженерной академии, академик РИА и МИА, заслуженный строитель РФ, лауреат премий Правительства РФ, член редакционного совета Интернет-журнала «Нанотехнологии в строительстве», д-р техн. наук, профессор

ZVEZDOV Andrei Ivanovich, President of Association “Zhelezobetон”, First Vice-president of the Russian Engineering Academy, Academician of REA and IEA, Honored Builder of Russian Federation, Laureate of the RF Government’s Prizes, Member of editorial council of Internet-Journal “Nanotechnologies in Construction”, Doctor of Engineering, Professor

ЛАУРЕАТЫ ПРОГРАММЫ «РОССИЙСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ОЛИМП-2011» – «ЗОЛОТОЙ ФОНД» СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

LAUREATES OF THE PROGRAM “RUSSIAN CONSTRUCTION OLYMPUS-2011” – “GOLD FUND” OF CONSTRUCTION INDUSTRY



25 мая 2011 года в конференц-зале Государственной Третьяковской галереи в Москве состоялась первая юбилейная церемония награждения лауреатов премии «РОССИЙСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ОЛИМП-2011», а также вручение Золотых и Ревизионных сертификатов программы «НАДЕЖНЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА».

Премия «Российский Строительный Олимп» (www.stroyolimp.ru) высокопрестижна и давно признана в своей профессиональной сфере, в этом году ей исполнилось 15 лет. Первая ступень премии – программа «Надежные организации строительного комплекса» (www.stroyreestr.ru) – широко известна в среде малого и среднего предпринимательства. Программа направлена на обеспечение стабильности и прозрачности рынка строительства, создание информационного фонда по качественным строительным работам и услугам, продвижение на рынке строительных организаций, деятельность которых отвечает высоким стандартам качества и надежности, привлечение инвестиций в строительную отрасль.

По всем своим направлениям программа «Российский Строительный Олимп» призвана выявлять и поддерживать перспективные и надежные компании, достижения которых являются гарантом цивилизованных рыночных отношений в России. Важным моментом отмечается стремление обеспечить развитие конструктивного диалога между бизнесом и властными структурами и содействие укреплению новых деловых союзов в России и за рубежом. Тысячи организаций строительной отрасли приняли участие в программе в качестве номинантов, около четырехсот организаций, которые по праву можно отнести к «золотому фонду» строительной отрасли России, стали лауреатами.



В связи с переходом строительной и энергетической отраслей от лицензирования к саморегулированию программа «Российский Строительный Олимп» включила ряд новых номинаций, ориентированных непосредственно на не-

Приветственное слово. Вице-президент СРО НП «Объединение ГрадСтройПроект», помощник президента Российского союза строителей К.Ф. Кижель

А.И. ЗВЕЗДОВ Лауреаты программы «РОССИЙСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ОЛИМП-2011»

коммерческие партнерства – саморегулируемые организации. С 2011 года введены новые разделы программы «Галерея строительной славы», направленные на повышение престижа рабочих и специалистов строительной отрасли. На этой церемонии впервые рабочим и специалистам, являющимся представителями интеллектуального и трудового потенциала России, вручались свидетельства о занесении в «Галерею строительной славы».

Премия «Российский Строительный Олимп» является «знаком качества» и подтверждает высокую культуру предпринимательства, деловую активность, эффективность деятельности лауреатов. Номинанты и лауреаты премии – организации с разной историей и подходами к ведению бизнеса, но всех их объединяет одно – неизменно высокая надежность и качество предоставляемых услуг. По итогам заседания Экспертного и Общественного советов премий лауреатами в 2011 году были признаны достойнейшие организации и профессионалы строительной отрасли российской экономики, которые своей эффективной деятельностью заслужили признание общества и государства.

ЛАУРЕАТЫ ПРЕМИИ «РОССИЙСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ОЛИМП-2011»



ФГУП ГУСС «Дальспецстрой» при Спецстрое России (Хабаровск) – в номинации «Лидер строительной отрасли» – за активную поддержку развития Дальневосточного региона и признание заслуг коллектива перед строительной отраслью страны;

ФГУП ГУСС «Дальспецстрой» при Спецстрое России – лауреат премии «Российский Строительный Олимп-2011»

А.И. ЗВЕЗДОВ Лауреаты программы «РОССИЙСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ОЛИМП-2011»

ООО «Новокузнецкий ДСК» им. А.В. Косилова (Новокузнецк) – в номинации «Жилищное строительство» – за успешную реализацию программ жилищного строительства в Кемеровской области;

ЗАО ПК «РУСТ» (Краснодар) – в номинации «Генеральный подрядчик» – за значимый вклад в реализацию целевых программ по строительству в Краснодарском крае;

ООО «Группа Компаний СУ-10» (Уфа) – в номинации «Генеральный подрядчик по строительству и реконструкции жилых, административных и общественных зданий и сооружений»;

ООО «Трансстроймеханизация» (Москва) – в номинации «Ведущая российская подрядная организация в области проектирования, строительства и реконструкции российских аэродромов, автомобильных и железных дорог»;



На сцене главный инженер
ООО «Группа Компаний СУ-10»,
Республика Башкортостан (Уфа)
Резин А.А.



Директор по маркетингу и развитию
ООО «Трансстроймеханизация»
(Москва)
Иванов Е.В.

А.И. ЗВЕЗДОВ Лауреаты программы «РОССИЙСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ОЛИМП-2011»

ООО «Компания «Гарантия-Строй» (Жуковский) – в номинации «Генеральный подрядчик» – ведущая строительная компания Московской области, специализирующаяся на строительстве общественно значимых зданий, объектов социально-деловой сферы и жилых комплексов по индивидуальным проектам;

ГАУ НО «Управление госэкспертизы» (Нижний Новгород) – в номинации «Ведущая региональная организация в области экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий»;

Саморегулируемая организация Некоммерческое партнерство «Межрегиональное объединение проектных организаций специального строительства» (Москва) – в номинации «Лидер саморегулируемых организаций в области проектирования специального строительства»;



**Генеральный директор
СРО НП «Объединение
строителей
Санкт-Петербурга»
Лысич Б.И.**

Саморегулируемая организация Некоммерческое партнерство «Объединение строителей Санкт-Петербурга» (Санкт-Петербург) – в номинации «Ведущая региональная саморегулируемая организация в области строительства»;

Саморегулируемая организация Некоммерческое партнерство «Центральное объединение проектных организаций «ПРОЕКТЦЕНТР» (Москва) – в номинации «Динамично развивающаяся саморегулируемая организация в области проектирования»;

Саморегулируемая организация Некоммерческое партнерство «Объединение градостроительного планирования и проектирования» (Москва) – в номинации «Ведущая саморегулируемая организация в области проектирования»;

Некоммерческое партнерство содействия организациям проектной отрасли (Москва) – в номинации «За особый вклад в развитие молодежного предпринимательства, поддержку интересов среднего и малого бизнеса в условиях саморегулирования»;

ОСАО «Ингосстрах» (Москва) – в номинации «Лидер на рынке страхования гражданской ответственности и строительно-монтажных рисков».

Персональные номинации

АБРОСЬКИН Николай Павлович, директор Федерального агентства специального строительства, в номинации «Руководитель года» – за многолетнее плодотворное руководство надежной организацией, держащей курс на свое дальнейшее совершенствование и развитие огромного материально-технического потенциала;

ПРАСОЛОВ Алексей Михайлович, начальник ФГУП «УССТ №8 при Спецстрое России», в номинации «Руководитель года» – за многолетнее плодотворное руководство, высокий профессионализм в работе и большой личный вклад в становление и развитие организации как лидера строительного комплекса России;

ШИРШОВ Сергей Васильевич, генеральный директор СРО НП «МОПОСС», в номинации «Руководитель года» – за вклад в развитие и становление саморегулирования в Российской Федерации;

МАКАРОВА Ирина Алексеевна, главный редактор издательского дома «Строительная Орбита», в номинации «За большой личный вклад и активную гражданскую позицию в освещении достижений и проблем строительной отрасли»;

ИВАНОВ Леонид Алексеевич, главный редактор журнала «СТРОИТЕЛЬСТВО: новые технологии – новое оборудование», в номинации «Руководитель года» – за большой вклад в развитие средств массовой информации.

ОРГАНИЗАЦИИ-ОБЛАДАТЕЛИ ЗОЛОТЫХ СЕРТИФИКАТОВ ПРОГРАММЫ «НАДЕЖНЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА-2011»

ЗАО «Завод информационных технологий «ЛИТ» (Переславль-Залесский), генеральный директор – Чудновский Александр Израилевич;

ООО «ИНЖПРОМ» (Москва), генеральный директор – Митрофанова Анжелика Петровна;

ЗАО ПК «РУСТ» (Краснодар), генеральный директор – Перевалов Сергей Иванович;

ЗАО «СТАЛЬМОНТАЖ» (Красноярск), генеральный директор – Ивлев Алексей Александрович;

ФГУП «УССТ №8 при Спецстрое России» (Ижевск), начальник управления – Прасолов Алексей Михайлович.



**Заместитель генерального директора
ЗАО «Завод информационных
технологий «ЛИТ» (Переславль-
Залесский) Пестриков Б.Н.**



**ЗАО «СТАЛЬМОНТАЖ» –
обладатель Золотого сертификата**

ОРГАНИЗАЦИИ-ОБЛАДАТЕЛИ РЕВИЗИОННЫХ СЕРТИФИКАТОВ ПРОГРАММЫ «НАДЕЖНЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА-2011»

ООО «ЦентрЭлектроМонтаж» (Воронеж), директор – Трегубов Ратмир Евгеньевич;

ООО «Трансстроймеханизация» (Москва), генеральный директор – Саун Борис Владиславович.

РАБОЧИЕ И СПЕЦИАЛИСТЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ, ЗАНЕСЕННЫЕ В «ГАЛЕРЕЮ СТРОИТЕЛЬНОЙ СЛАВЫ-2011»

ЗАО «Завод информационных технологий «ЛИТ»:

Боченков Сергей Викторович – плотник 5-го разряда ремонтного цеха;

Семенов Николай Леонидович – мастер ремонтного цеха;

Пестриков Борис Николаевич – заместитель генерального директора по эксплуатации и строительству.

ООО «ИНЖПРОМ»:

Егоров Павел Викторович – начальник участка;

Якубишин Роман Петрович – начальник участка;

Боркут Андрей Анатольевич – главный специалист металлических конструкций;

Хворост Александр Васильевич – главный инженер;

Эйдук Борис Рудольфович – прораб.

СРО НП «ПРОЕКТЦЕНТР»:

Вахтангова Лидия Николаевна – генеральный директор;

Бедрягин Николай Иванович – член правления;

А.И. ЗВЕЗДОВ Лауреаты программы «РОССИЙСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ОЛИМП-2011»

Гранев Виктор Владимирович – член правления;
Соломахин Юрий Павлович – член правления.

ООО «Новокузнецкий ДСК» им. А.В. Косилова:

Панов Павел Васильевич – управляющий директор;
Гостинцев Александр Николаевич – директор по производству;
Петров Юрий Тихонович – начальник цеха «Окно».

ФГУП «УССТ №8 при Спецстрое России»:

Попов Дмитрий Серафимович – начальник филиала «УПП №8»;
Емельянов Илья Николаевич – главный инженер филиала «УМУ №1»;

Коробейников Алексей Николаевич – заместитель начальника филиала «СУ №806»;

Пислегина Полина Валерьевна – электросварщик ручной сварки «УПД»;

Шумилова Анна Георгиевна – машинист мостового крана участка погрузки филиала «ЗЯБ №8»;

Юков Александр Георгиевич – машинист крана филиала «УМ №8».

ООО «Компания «Гарантия-Строй»:

Подольский Евгений Леонидович – вице-президент;
Шевчук Ольга Николаевна – начальник финансового отдела;
Калинина Галина Борисовна – начальник ПТО.



**Рабочие и специалисты
 строительной отрасли,
 занесённые в «Галерею
 строительной славы»**

ВТОРАЯ ЮБИЛЕЙНАЯ ЦЕРЕМОНИЯ

Международная конференция «Опыт саморегулирования в странах Европы» пройдет 16–19.10.2011 года в Женеве (Швейцария). Руководители и эксперты European Construction Industry Federation и ряда европейских СРО выступят с докладами и примут участие в круглых столах. В докладах будут затронуты проблемы становления системы саморегулирования в странах ЕС, пути их решения и современные тенденции системы саморегулирования в различных отраслях экономики. В этом событии примут участие руководители более 30 столичных и региональных строительных СРО, более 50 крупнейших строительных и энергетических организаций, страховые и финансовые российские и европейские компании.

Международная конференция посвящена истории и опыту саморегулирования в Европе, на ней соберутся представители различных европейских СРО. На сегодня свое участие в названной конференции подтвердили руководители саморегулируемых организаций из Бельгии, Англии, Германии, Швейцарии и др. Основная цель конференции – рассказать российским участникам саморегулирования о «подводных камнях» движения, помочь им избежать возможных ошибок на пути становления новой бизнес-формации. Опыт европейских коллег, безусловно, окажется ценным подспорьем молодым российским саморегулируемым организациям, поскольку институт саморегулирования в Европе существует уже более 100 лет. Мы уверены, что представителям российских строительных организаций будет любопытно узнать историю возникновения европейского саморегулирования, провести аналогию с подобными процессами в нашей стране. После конференции

Организаторы программ «Российский Строительный Олимп» и «Надежные организации строительного комплекса» приглашают принять участие во II ЮБИЛЕЙНОЙ ЦЕРЕМОНИИ НАГРАЖДЕНИЯ, которая пройдет 16–19 октября 2011 года в Женеве (Швейцария).

**Организаторы – ГК «Экспертно-информационная служба Содружества»
Тел./факс: (495) 789-82-86, (925) 031-80-70/76, e-mail: info@stroyolimp.ru.
www.stroyolimp.ru**

состоится II этап награждения российских строителей и энергетиков-«олимпийцев», где заслуженные награды получают саморегулируемые организации, энергетические и строительные организации из Москвы и регионов, добившиеся реальных успехов в новом пока для России деле.

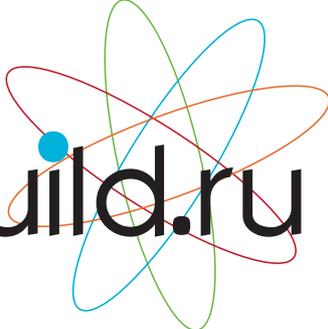
Программы «Российский Строительный Олимп» и «Надежные организации строительного комплекса» проводятся при поддержке Правительства Москвы, Администраций субъектов Российской Федерации, Торгово-промышленной палаты Российской Федерации, Российского союза промышленников и предпринимателей, Российского союза строителей, Московской международной бизнес-ассоциации, саморегулируемых организаций, профессиональных общественных объединений строительного комплекса и ряда других организаций.

Организаторы уверены, что участие в программах «Российский Строительный Олимп» и «Надежные организации строительного комплекса» станет новым импульсом для развития лауреатов, что будет способствовать их успеху и в результате – процветанию страны в целом, преодолению последствий экономического кризиса.

Редакционный совет и редакция Интернет-журнала «Нанотехнологии в строительстве» искренне поздравляют лауреатов премий, достигших высот строительного Олимпа. Интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве» является информационным партнером юбилейной программы «Российский Строительный Олимп», а также новых номинаций, направленных на повышение престижа рабочих строительных специальностей под общим названием «Галерея строительной славы». Редакция издания предлагает номинантам и лауреатам программ «Российский Строительный Олимп» подписаться на Интернет-журнал, а также опубликовать материалы о своих достижениях по тематике издания.

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

Nanobuild.ru



- **И**нтернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве» – передовая и достоверная информация о продукции наноиндустрии, которая уже используется или должна появиться на рынке в ближайшее время. *Приглашаем спонсоров и авторов! Предлагаем подписаться на издание.*
- **I**nternet Journal «Nanotechnologies In Construction» – the latest and true information about nanoindustry's production which is already in use or will be put on the market soon. *We invite sponsors and authors! We are glad to offer subscription for the edition.*
- **А**налитические исследования перспектив внедрения инновационных наноматериалов и нанотехнологий в строительство.
- **A**nalytical researches concerning prospects of the application of innovative nanomaterials and nanotechnologies to construction.
- **С**оздание и развитие Интернет-изданий.
- **C**reation and development of Internet editions.
- **И**здание и продвижение электронных книг.
- **P**ublishing and Promotion of electronic books.

www.nanobuild.ru

[e-mail: info@nanobuild.ru](mailto:info@nanobuild.ru)

из НАНО строится ГИГАуспех

GIGAsuccess is built from NANO



ЛАУРЕАТ ПРЕМИИ
РОССИЙСКИЙ
СТРОИТЕЛЬНЫЙ
ОЛИМП-2010

А.М. БОЛДЫРЕВ Проблемы микро- и наномодифицирования швов при сварке строительных металлоконструкций

УДК 621.791: 69(075)

А.М. БОЛДЫРЕВ, д-р техн. наук, проф., чл.-кор. РААСН, зав. каф. Металлические конструкции и сварка в строительстве, Россия

В.В. ГРИГОРАШ, канд. техн. наук, доц. каф. Металлические конструкции и сварка в строительстве, Россия

ГОУ ВПО Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

A.M. BOLDYREV, Doctor of Engineering, Associate member of RAACS, Head of department Metal Structures and Welding in Construction, Russian Federation

V.V. GRIGORASH, Ph.D. in Engineering, Associate professor, Russian Federation

State Educational Institute of Higher Professional Educational Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

ПРОБЛЕМЫ МИКРО- И НАНОМОДИФИЦИРОВАНИЯ ШВОВ ПРИ СВАРКЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

PROBLEMS OF MICRO- AND NANOMODIFIED JOINTS UNDER BUILDING METAL STRUCTURE WELDING

Рассмотрены проблемы модифицирования металла шва при сварке плавлением. Дан анализ причин снижения эффективности модификаторов в сварочной ванне. Обосновано применение наномодификаторов в комплексе с макрочастицами, выполняющими роль микрохолодильников.

The problems of metal joint modification when fusion welding is used have been considered. The analysis of the causes leading to reduction of modifiers efficiency in weld pool is given. The application of nanomodifiers in combination with macroparticles functioning as microrefrigerators is justified.

Ключевые слова: эффективность модифицирования сварных швов, дезактивация модификаторов, наноконплексы.

Key words: weld joints modification efficiency, modifier deactivation, nano-complexes.

Металлические конструкции изготавливают в основном из проката, имеющего мелкозернистую структуру и высокие прочностные показатели (листы, профили, трубы). Однако в процессе дуговой сварки вследствие теплового воздействия сварочной дуги, температура которой превышает 6000 °С, в шве и околошовной зоне формируется крупнозернистая структура с пониженными механическими свойствами. При этом самой слабой зоной соединения оказывается металл шва. Поэтому вопросам улучшения структуры и повышения механических свойств сварных соединений уделяется постоянное внимание исследователей. В машиностроении улучшение структуры сварных соединений в ответственных узлах осуществляют с помощью последующей термической обработки сварных узлов. Однако при изготовлении и монтаже строительных и других крупногабаритных металлоконструкций производить такую обработку даже в заводских условиях, не говоря о монтажных, весьма затруднительно и экономически невыгодно. В таких конструкциях основным способом получения благоприятной структуры сварных соединений является управление кристаллизацией сварочной ванны непосредственно в процессе сварки [1].

Одним из способов получения мелкозернистой структуры кристаллизующегося металла является введение в расплав небольшого количества веществ, тормозящих рост кристаллов или увеличивающих число центров кристаллизации. Эти вещества называют модификаторами, а сам процесс – модифицированием. Модифицирование кристаллизующегося металла широко применяется в литейном производстве. В сварочном производстве успехи в модифицировании сварных швов более скромны.

Образование сварного соединения при сварке плавлением осуществляется в сварочной ванне путем локального расплавления и совместной кристаллизации металла кромок соединяемых элементов. Сварочная ванна представляет собой небольшой объем расплавленного металла, образующегося под действием мощного источника тепла (электрическая дуга, электронный или лазерный луч). В ней одновременно протекают 2 процесса – плавление свариваемого металла по линии MNM

А.М. БОЛДЫРЕВ Проблемы микро- и наномодифицирования швов при сварке строительных металлоконструкций

в головной части и кристаллизация по линии МОМ – в хвостовой (см. рисунок, *а*).

Условия кристаллизации металла сварного шва при электродуговой сварке значительно отличаются от кристаллизации отливок.

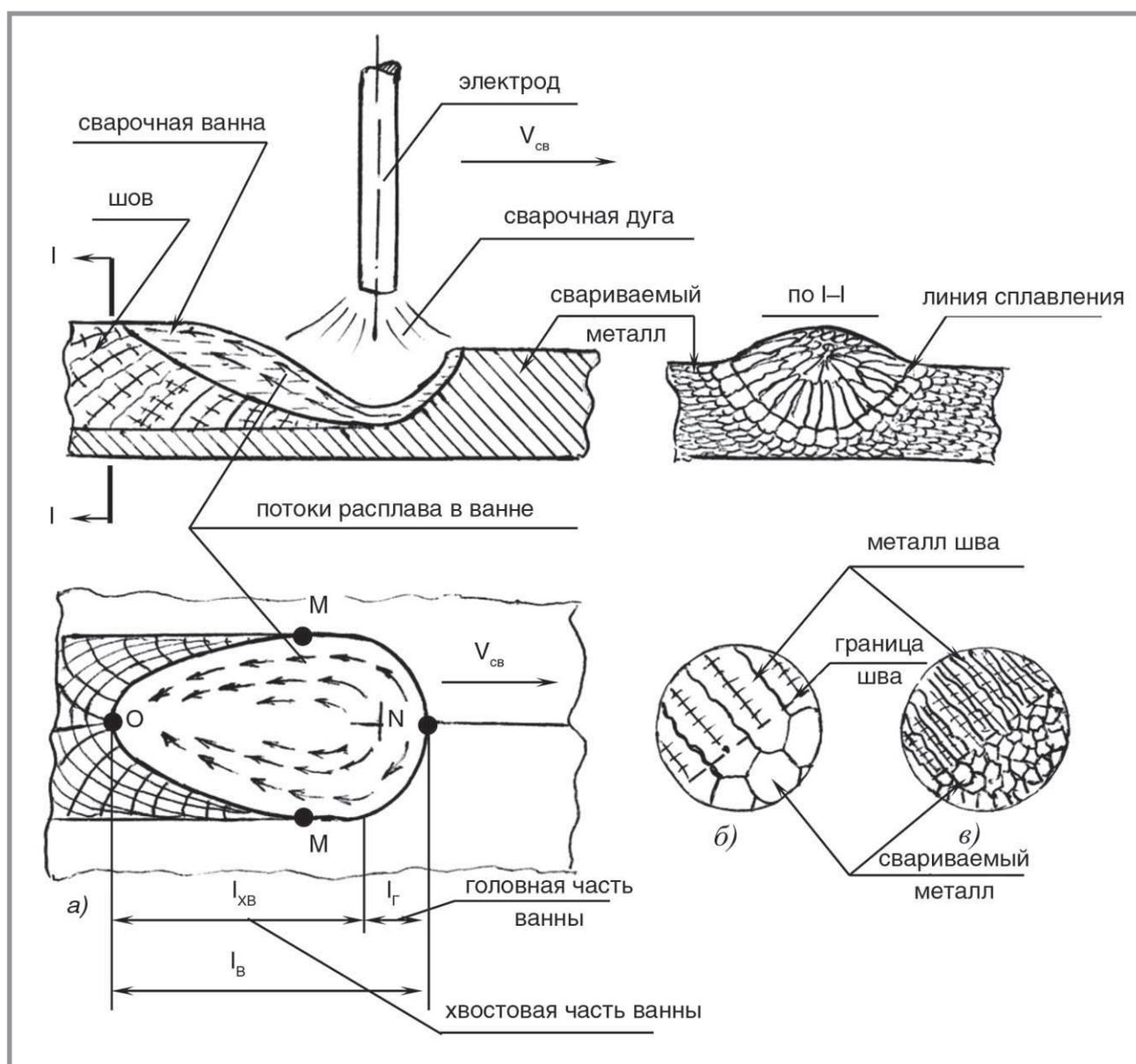


Рис. Схема образования шва при: а) дуговой сварке, б) формировании структуры шва при сварке аустенитной стали с крупным, в) мелким зерном [2]:

$l_Г, l_{хв}, l_в$ – длина головной части, хвостовой и общая длина сварочной ванны;
 $V_{св}$ – направление движения сварочной дуги; МММ – и МОМ – фронт плавления и кристаллизации

Во-первых, в сварочную ванну небольшого по сравнению с отливкой объема от высокотемпературного источника – электрической дуги – непрерывно вводится тепловая энергия. Температура столба дуги превышает 6000 °С, в активном пятне поверхность сварочной ванны нагрета до температуры кипения металла, а граница сварочной ванны представляет собой изотермическую поверхность с температурой плавления свариваемого металла. Такое распределение температуры в расплаве обуславливает высокий градиент ее в зоне кристаллизации сварочной ванны. Так, если при литье в кокиль этот градиент находится на уровне 10 град/см [3], то при сварке он на 2–3 порядка выше (100–500 град/см на оси шва и 1000–2000 град/см на линии сплавления [4]). Во-вторых, на границе сварочной ванны уже существуют готовые двумерные зародыши на поверхности частично оплавленных зерен свариваемого металла, имеющих размерное и структурное соответствие кристаллизующемуся расплаву, поэтому размер зерна в металле шва вблизи линии сплавления в основном определяется размером зерен свариваемого металла (см. рисунок, б, в).

Таким образом, основным направлением в решении проблемы получения мелкозернистой структуры металла шва остается модифицирование кристаллизующегося металла, которое обеспечивало бы увеличение числа центров кристаллизации. Однако перечисленные особенности термических условий в зоне сварки приводят к снижению эффективности модификаторов в сварочной ванне.

В настоящей работе предпринята попытка проанализировать процессы дезактивации модификаторов в сварочной ванне и сформулировать требования к их физико-химическим свойствам и технологическим параметрам процесса сварки.

Известно, что модификаторы по механизму воздействия на процесс кристаллизации делятся на 2 типа – ингибиторы (тормозящие рост кристаллов) – модификаторы I рода и инокуляторы (поставляющие в расплав центры кристаллизации) – модификаторы II рода [5]. В настоящей работе дан анализ процесса потери эффективности модификаторов II рода используют частицы тугоплавких элементов, а также их оксидов и нитридов, поверхность которых служит подложкой для осаждения атомов из кристаллизующегося расплава. Предполагаем, что основной причиной дезактивации модификатора в сварочной ванне является длительное пребывание его в высокотемпературной зоне.

В этой зоне интенсифицируются процессы нагрева модифицирующей частицы, ее плавления и растворения в жидком металле.

Будем считать, что сферическая частица модификатора с радиусом r , введенная в головную часть сварочной ванны со скоростью V_M , перемещается с потоками расплава и за время τ_M достигает фронта кристаллизации МОМ (см. рисунок, а). За это время в сварочной ванне протекают процессы, снижающие активность модификатора. Очевидно, что для сохранения активности модификатора время его пребывания в высокотемпературной сварочной ванне τ_M не должно превышать время полной дезактивации модификатора τ_d , т. е. должно выполняться условие:

$$\tau_M < \tau_d. \quad (1)$$

Значит для повышения активности частицы модификатора необходимо сокращать время ее пребывания в сварочной ванне τ_M и увеличивать время дезактивации τ_d .

Максимальное время пребывания модифицирующей частицы в сварочной ванне длиной l_B , перегретой на ΔT_M и движущейся со скоростью сварки V_{CB} , получим из выражения:

$$\tau_M = \frac{l_B}{V_{CB}} + \frac{\Delta T_M}{GV_M}, \quad (2)$$

где $\Delta T_M = T_p - T_M$; T_p и T_M – температура расплава и температура плавления модификатора; G – градиент в сварочной ванне по оси шва; V_M – скорость движения частицы с потоками расплава в сварочной ванне (см. рисунок) относительно фронта кристаллизации.

Для упрощения анализа дезактивацию сферической частицы представим как процесс, состоящий из 3 следующих друг за другом этапов: нагрев частицы от начальной температуры T_0 до температуры ее плавления T_M , полное ее расплавление и растворение. Тогда время дезактивации частицы можно записать как сумму длительностей каждого этапа:

$$\tau_d = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3, \quad (3)$$

где τ_1, τ_2, τ_3 – время нагрева, расплавления и растворения частицы.

Используя решение задачи об изменении температуры в сферическом теле радиусом r [6], получим:

$$\tau_1 = \frac{k_1 \cdot r^2 (T_p - T_0)}{a_M \cdot \Delta T_M}, \quad (4)$$

А.М. БОЛДЫРЕВ Проблемы микро- и наномодифицирования швов при сварке строительных металлоконструкций

где k – коэффициент пропорциональности, T_p и T_o – температура расплава и начальная температура модификатора, a_m – температуропроводность модификатора, ΔT_m – величина перегрева модификатора.

Время полного расплавления сферической частицы определим с помощью решения задачи о плавлении шара в перегретом расплаве [7]:

$$\tau_2 = \frac{k_2 \cdot r^2 L_m \cdot \rho_m}{\Delta T_m \cdot \lambda_m}, \quad (5)$$

где L_m , λ_m и ρ_m – скрытая теплота плавления, теплопроводность и плотность модификатора.

Растворение в диффузионном режиме модификатора в сварочной ванне при начальной концентрации C_m можно уподобить процессу распространения тепла от нагретого сферического тела в однородной среде [7]. При этом будем считать, что граница раздела модификатор – расплав исчезнет при достижении в центре шара предельной растворимости модификатора ($C_{пр}$) в расплаве, а время растворения частицы определится выражением:

$$\tau_3 = \frac{k_3 \cdot r^2}{D} \cdot \frac{C_m}{C_{пр}}, \quad (6)$$

где D – коэффициент диффузии модификатора в расплаве.

Таким образом, условие (4) можно записать в следующем виде:

$$\frac{l_b}{V_{св}} + \frac{\Delta T_m}{GV_m} < \frac{k_1 r^2 (T_p - T_o)}{a_m \cdot \Delta T_m} + \frac{k_2 \cdot r^2 L_m \rho_m}{\lambda \Delta T_m} + \frac{k_3 r^2 C_m}{DC_{пр}}. \quad (7)$$

Из этого выражения следует, что для сокращения времени пребывания модификатора в высокотемпературной зоне (левая часть неравенства) необходимо увеличить скорость движения модификатора в расплаве V_m относительно фронта кристаллизации (например, с помощью электромагнитного поля). А для торможения процессов дезактивации (т.е. для увеличения правой части неравенства) необходимо: уменьшать перегрев модификатора ΔT_m , за счет применения тугоплавких модификаторов, использовать модификаторы с малой тепло- и температуропроводностью, применять малорастворимые в расплаве модификаторы ($C_{пр} \rightarrow 0$).

Приведенный анализ в силу ряда допущений может быть использован только в первом приближении для качественной оценки путей повышения эффективности модификаторов II рода при сварке.

А.М. БОЛДЫРЕВ Проблемы микро- и наномодифицирования швов при сварке строительных металлоконструкций

Применение поверхностно-активных веществ (модификаторы I рода) при сварке, насколько нам известно, мало исследовано, хотя, судя по имеющимся публикациям, в условиях литейного производства это направление весьма перспективно. Поэтому необходимы поиски поверхностно-активных модификаторов, эффективно работающих в условиях дуговой сварки, требуется анализ взаимодействия расплава и модификаторов с использованием современных представлений об электронном строении их атомов. Необходимы также технологические разработки, обеспечивающие максимальную эффективность модификатора в условиях сварки (способы введения модификатора в сварочную ванну, оптимальные режимы сварки, комбинированное воздействие модификаторов и внешних возмущений и т.д.).

Новые возможности в управлении формированием структуры кристаллизующегося металла появились при использовании наноструктурных материалов – наномодификаторов в качестве модифицирующих добавок [8, 9].

Одними из первых в качестве наномодификатора для измельчения зерна отливок из чугуна и углеродистых сталей применили углеродные наночастицы [9]. В нанопорошках графита были обнаружены кластеры углерода, состоящие из 70 и 80 молекул (C_{70} и C_{80}), имеющие форму мяча и названные фуллеренами. Доказано, что углеродистые фуллерены являются устойчивыми кластерами в жидких чугунах и сталях, и их применение позволило в 3–4 раза уменьшить размер зерна в отливках.

Из всех перечисленных в неравенстве (7) теплофизических и геометрических характеристик модификатора при заданном его химическом составе время дезактивации в широком диапазоне можно варьировать в основном только за счет гранулометрического состава, т.е. размера частицы. Это время пропорционально квадрату радиуса сферической частицы, что также свидетельствует о резком возрастании химической активности модификатора при уменьшении размеров частицы. Но отсюда также следует, что непосредственное введение в сварочную ванну наноразмерных частиц порядка 10^{-9} м малоэффективно, т. к. время дезактивации такой частицы пропорционально 10–18 с, т.е. ее дезактивация произойдет практически мгновенно. Следовательно, наномодифицирование сварных швов представляет большую научную и практическую проблему.

А.М. БОЛДЫРЕВ Проблемы микро- и наномодифицирования швов при сварке строительных металлоконструкций

Одним из способов повышения эффективности модификаторов при сварке плавлением является введение в сварочную ванну модификаторов в смеси с охлаждающим порошком, размеры частиц которого превышают размеры частиц модификатора, и по составу близким к свариваемому металлу [10]. Эта идея успешно развивается в Воронежском государственном архитектурно-строительном университете при наномодифицировании сварных швов. Для сохранения модифицирующей активности наночастицы необходимо прикрепить ее к макрочастице, выполняющей роль микроохладителя, т.е. создать комбинацию, названную нами наноконкомплексом. Эта задача решается с помощью механохимической обработки порошковой смеси из макро- и наночастиц в высокоэнергетических мельницах. В настоящее время получены такие наноконкомплексы и ведутся исследования эффективности наномодифицирования металла шва в условиях электродуговой сварки.

Повышение активности модификаторов в сварочной ванне всегда было сложной проблемой, а в случае применения наномодификаторов она многократно усложняется. Тем не менее, эта проблема весьма актуальна, а ее решение сулит хорошие перспективы.

Выводы

1. Вследствие специфических условий кристаллизации металла в сварочной ванне (высокий перегрев, наличие двумерных центров кристаллизации на границе сварочной ванны, высокие градиенты температуры в зоне кристаллизации и скорость роста кристаллов) металл шва, как правило, имеет неблагоприятную крупнозернистую столбчатую структуру, направленную от границы сплавления к центру шва, со сравнительно низкими прочностными свойствами.

2. Управление кристаллизацией металла шва при сварке плавлением с целью получения мелкозернистой структуры путем введения в сварочную ванну модификаторов II рода – перспективный и экономичный путь повышения прочностных и эксплуатационных характеристик сварных соединений крупногабаритных металлоконструкций, не проходящих последующую термическую или механическую обработку. Однако особенности термических условий в сварочной ванне приводят к значительному по сравнению с литьем снижению актив-

А.М. БОЛДЫРЕВ Проблемы микро- и наномодифицирования швов при сварке строительных металлоконструкций

ности модификаторов. Поэтому исследование способов повышения активности модификаторов в условиях дуговой сварки является актуальной задачей.

3. Установлено, что время дезактивации сферической частицы модификатора II рода пропорционально квадрату радиуса частицы. Поэтому с уменьшением размеров модифицирующих частиц время дезактивации и эффективность модифицирования резко уменьшаются.

4. Одним из перспективных способов получения мелкозернистой структуры металла шва является наномодифицирование. Однако введение их в сварочную ванну в связи с высокой активностью весьма проблематично, поэтому назрела необходимость интенсификации исследовательских работ в решении этой проблемы.

Уважаемые коллеги!

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

Болдырев А.М., Григораш В.В. Проблемы микро- и наномодифицирования швов при сварке строительных металлоконструкций // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2011, Том 3, № 3. С. 42–52. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_3_2011.pdf (дата обращения: _____).

Dear colleagues!

The reference to this paper has the following citation format:

Boldyrev A.M., Grigorash V.V. Problems of micro- and nanomodified joints under building metal structure welding. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2011, Vol. 3, no. 3, pp. 42–52. Available at: http://www.nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_3_2011.pdf (Accessed _____). (In Russian).

Библиографический список:

1. *Болдырев А.М.* Управление кристаллизацией металла при сварке плавлением / А.М. Болдырев, Э.Б. Дорофеев, Е.Г. Антонов // Сварочное производство. 1974; 6: 35–7.
2. *Любавский К.В.* Некоторые особенности сварки аустенитных сталей / К.В. Любавский, Ф.И. Пашуканис // Сварочное производство. 1955; 9.
3. *Кушнарев А.В.* Получение литых металлических изделий методом полиградиентной кристаллизации // А.В. Кушнарев, А.А. Крючков, Ю.П. Петренко и др. // Металловедение и термическая обработка. 2007; 7: 10–4.
4. *Прохоров Н.Н.* Физические процессы в металлах при сварке / Н.Н. Прохоров. М.: Металлургия, 1968; 698 с.
5. *Ребиндер П.А.* Модификаторы / П.А. Ребиндер // Физический словарь. 1937. Т. 3.
6. *Лыков А.В.* Теория теплопроводности / А.В. Лыков. М.: Высшая школа. 1967; 600 с.
7. *Любов Б.Я.* Теория кристаллизации в больших объемах / Б.Я. Любоб. М.: Наука. 1975; 256 с.
8. *Андриевский Р.А.* Наноструктурные материалы / Р.А. Андриевский, А.В. Рагуля. М.: Издательский центр «Академия». 2005; 192 с.
9. *Давыдов С.В.* Наномодификатор как инструмент генной инженерии структурного состояния чугуна / С.В. Давыдов // Модифицирование как эффективный метод повышения качества чугунов и сталей. Сб. докл. Литейного консилиума. Челябинск: Дом печати. 2006; с. 40.
10. *Болдырев А.М.* А.с. №584996 от 17.04.1976 / А.М. Болдырев, Э.Б. Дорофеев, А.С. Петров.

References:

1. *Boldyrev A.M.* Metal crystallization control under fusion welding / A.M. Boldyrev, E.B. Dorofeev, E.G. Antonov // Welding production. 1974; 6: 35–7.
2. *Lubavsky K.V.* Some peculiarities of austenitic steel welding / K.V. Lubavsky, F.I. Pashukanis // Welding production. 1955; 9.
3. *Kushnarev A.V.* Obtaining cast metal products by polygradient crystallization / A.V. Kushnarev, A.A. Kruchkov, Yu.P. Petrenko et al. // Metal science and thermal processing. 2007; 7: 10–4.

А.М. БОЛДЫРЕВ Проблемы микро- и наномодифицирования швов при сварке строительных металлоконструкций

4. *Prokhorov N.N.* Physical processes in metal under welding / N.N. Prokhorov. М.: Metallurgiya. 1968; 698 p.
5. *Rebinder P.A.* Modifiers / P.A. Rebinder // Physical dictionary. 1937; 3.
6. *Lykov A.V.* Heat conductivity theory / A.V. Lykov. – М.: Vysshya, 1967; 600 p.
7. *Lyubov B.Ya.* Theory of crystallization in large volumes / B.Ya. Lyubov. М.: Nauka, 1975; 256 p.
8. *Andrievsky R.A.* Nanostructure materials / R.A. Andrievsky, A.V. Ragulya. М.: Akademiya, 2005; 192 p.
9. *Davydov S.V.* Nanomodificator as an instrument of genetic engineering of steel structure condition / S.V. Davydov // Modification as efficient method for improving cast iron and steel quality: coll. Paper. Chelyabinsk: Dom pechati, 2006; p. 40.
10. *Boldyrev A.M.* Inventors certificate №584996 by 17.04.1976 / A.M. Boldyrev, E.B. Dorofeev, A.C. Petrov.

Контакты / Contact:

394006, г. Воронеж, ул. 20 лет Октября, д. 84.
ГОУ ВПО ВГАСУ, кафедра металлических конструкций
и сварки в строительстве.
Болдырев А.М.
Тел.: (473) 271-50-24, факс: (473) 271-65-59

Названы победители конкурса «Премия инноваций Сколково при поддержке Cisco I-PRIZE»

НАЗВАНЫ ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА «ПРЕМИЯ ИННОВАЦИЙ СКОЛКОВО ПРИ ПОДДЕРЖКЕ CISCO I-PRIZE»

THE WINNERS OF “SKOLKOVO INNOVATIONS AWARD SUPPORTED BY CISCO I-PRIZE”



Объявленный 22 ноября 2010 года конкурс на соискание премии инноваций Сколково при поддержке Cisco I-PRIZE завершился полгода спустя – 16 мая 2011 года. В этот день в Московском международном деловом центре «Москва-Сити» шесть финалистов проходившего в три этапа марафона по очереди представили свои проекты и ответили на вопросы членов судейской коллегии. В ее состав вошли: генеральный директор ООО «Сиско Системс» Павел Бетсис, исполнительный директор Кластера информационных технологий Инновационного центра «Сколково» Александр Туркот, заместитель руководителя Федерального агентства по делам молодежи Александр Повалко, основатель и управляющий партнер компании Almaz Capital Partners Александр Галицкий, исполнительный секретарь Российской ассоциации телемедицины Валерий Столяр, генеральный директор ком-



Названы победители конкурса «Премия инноваций Сколково при поддержке Cisco I-PRIZE»



пании Alawar Entertainment Александр Лысковский, генеральный директор ЗАО «Научный парк МГУ» Олег Мовсесян, генеральный директор рейтингового агентства «Эксперт РА» Дмитрий Гришанков.

После этого члены жюри удалились на совещание, чтобы обменяться своими оценками по каждой из шести представленных на их суд идей и прийти к общему мнению о победителях конкурса. Свой вердикт они огласили, когда заканчивался пятый час финального соревнования.

Победителем конкурса «Премия инноваций Сколково при поддержке Cisco I-PRIZE» стала московская команда под руководством Евгения Сметанина (учредитель и генеральный директор ООО «АЙТЭМ Мультимедиа», на снимке – справа). Их проект «Стратегия-на-ковре» рассчитан на то, чтобы переносить компьютерные игры в реальный мир. Премияльные в три миллиона рублей триумфаторы конкурса намерены израсходовать на создание прототипа робота, который можно будет показывать инвесторам. Рождения же первой игрушки, по их прогнозам, следует ожидать через девять месяцев.

Второе место и награду в полтора миллиона рублей завоевала еще одна московская команда – «Новилаб» во главе с Дмитрием Михайловым (на снимке – слева) и Михаилом Фроимсоном. Дмитрий – кандидат технических наук, доцент кафедры «Компьютерные системы и технологии» Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Михаил – студент 5-го курса того же вуза. Их команда пред-

Названы победители конкурса «Премия инноваций Сколково при поддержке Cisco I-PRIZE»

ставила на конкурс проект под названием «Программное средство бесконтактного управления техникой с использованием зрачков человека «Око». «На сегодня наиболее распространенным способом взаимодействия человека с компьютером является «мышка», наша же разработка дает возможность управлять компьютером на основе определения направления взгляда», – пояснили свой замысел авторы этой идеи.

Один из лучших российских вузов – МИФИ – дал еще одного призера конкурса. Аспирантка этого университета Марта Егорова (на снимке – в центре) удостоилась третьего места и премии в 750 тысяч рублей за свой проект «Интеллектуальное конвертирование фотоколлекции в альбом». Осенившая Марту идея близка и понятна любому, кто увлекается фотографированием. По ее словам, люди делают массу снимков, которые часто лежат мертвым грузом, ибо отбор и форматирование изображений требует уймы времени. Аспирантка же МИФИ придумала интеллектуальную систему отбора фотографий из неструктурированных фотоколлекций и последующего форматирования таких снимков в виде фотокниги или web-альбома. Эта идея нашла признание не только у видных специалистов, вошедших в состав жюри конкурса, но и у двухсот с лишним гостей, пришедших на церемонию награждения и в своем большинстве проголосовавших за то, чтобы отметить Марту Егорову еще и призом зрительских симпатий.

Напомним: конкурс «Премия инноваций Сколково при поддержке Cisco I-PRIZE» был организован Cisco во исполнение обязательств, взятых главой компании Джоном Чемберсом (John Chambers) на встрече с Президентом РФ Дмитрием Медведевым в июне прошлого года. Тогда руководство Cisco объявило долгосрочную программу поддержки российской программы технологических инноваций. В частности, компания выразила готовность организовать для российских предпринимателей творческое соревнование по образцу своего международного конкурса Cisco I-PRIZE¹. Тогда же Дж. Чемберс и глава Фонда «Сколково» Виктор Вексельберг подписали меморандум о взаимопонимании, подчеркнувший твердую приверженность компании Cisco проекту «Сколково» и создающий основу сотрудничества Cisco с российскими правительством и бизнесом.

¹Первый конкурс инноваций Cisco I-PRIZE был проведен в 2008 году, принеся победу интернациональной команде в составе двух россиян и гражданина Германии.

Названы победители конкурса «Премия инноваций Сколково при поддержке Cisco I-PRIZE»

Конкурс «Премия инноваций Сколково при поддержке Cisco I-PRIZE» был объявлен 22 ноября 2010 года и вызвал огромный интерес: три месяца спустя организаторы приняли к рассмотрению 2318 идей, поступивших от десяти с лишним тысяч жителей сотен населенных пунктов Российской Федерации.

*Дополнительную информацию рад предоставить
Александр Палладин, руководитель пресс-службы
ООО «Сиско Системс»
(тел. +7-985-226-39-50)*

О компании Cisco

Cisco – мировой лидер в области сетевых технологий, меняющих способы человеческого общения, связи и совместной работы. Чистый объем продаж компании в 2010 финансовом году составил 40 млрд долларов. Информация о решениях, технологиях и текущей деятельности компании публикуется на сайтах www.cisco.ru и www.cisco.com.

Cisco (логотип Cisco) Cisco Systems (логотип Cisco Systems) являются зарегистрированными торговыми знаками Cisco Systems, Inc. в США и некоторых других странах. Все прочие торговые знаки, упомянутые в настоящем документе, являются собственностью соответствующих владельцев.

Названы победители конкурса «Премия инноваций Сколково при поддержке Cisco I-PRIZE»



Интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве» отмечен благодарностью за информационную поддержку конкурса на соискание премии инноваций Сколково при поддержке Cisco I-PRIZE. Редакция издания приглашает участников конкурса и всех специалистов к публикации информации о своих достижениях в Интернет-журнале «Нанотехнологии в строительстве».

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



Организаторы конкурса:
Национальное объединение строителей (НОСТРОЙ)
Профсоюз строителей России
Национальная Федерация профессионального образования

НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОНКУРС РОССИЙСКИХ СТРОИТЕЛЕЙ «СТРОЙМАСТЕР – 2011»

Девиз конкурса 2011 года: «Саморегулирование – гарант безопасности строительства!»

Номинации первого этапа конкурса 2011 года (награждение состоится накануне Дня строителя)

Главные номинации:

- «ЛУЧШИЙ СПЕЦИАЛИСТ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ»
- «ЛУЧШЕЕ ПРЕДПРИЯТИЕ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ»
- «ЛУЧШАЯ САМОРЕГУЛИРУЕМАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ»

Номинации:

- «СТО ЛУЧШИХ БРИГАД СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ»
- «СТО ЛУЧШИХ РАБОЧИХ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ»
- «ЛУЧШИЙ МОЛОДОЙ СПЕЦИАЛИСТ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ»
- «ЛУЧШИЙ ПРОРАБ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ»
- «ЛУЧШИЙ МАСТЕР СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА И СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ РОССИИ»
- «ЛУЧШИЙ СПЕЦИАЛИСТ ПО РАБОТЕ С КАДРАМИ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ»
- «ЛУЧШИЙ РУКОВОДИТЕЛЬ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ»
- «ВETERAN СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ»
- «ЛУЧШАЯ СТРАХОВАЯ КОМПАНИЯ ПО РАБОТЕ СО СТРОИТЕЛЬНЫМИ СРО РОССИИ»
- «ЛУЧШЕЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩЕЕ ПОДГОТОВКУ СПЕЦИАЛИСТОВ РАБОЧИХ ПРОФЕССИЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ»
- «ЛУЧШЕЕ СМИ РОССИИ, ОСВЕЩАЮЩЕЕ СИСТЕМУ САМОРЕГУЛИРОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»

Оргкомитет конкурса возглавляют:

Басин Ефим Владимирович – председатель Оргкомитета, президент Национального объединения строителей

Оргкомитет приглашает

саморегулируемые строительные организации, территориальные организации Профсоюза строителей России, союзы, ассоциации предприятий-производителей строительных материалов, а также отдельные предприятия к участию по выдвижению номинантов!

По вопросам участия в конкурсе обращайтесь в дирекцию:

Директор конкурса – ответственный секретарь Национальной Федерации профессионального образования **Богданов Андрей Александрович**

тел.: +7(921) 910-20-52, (812) 740-70-37 bogdanov@sro-s.ru

Соорганизатор конкурса в Москве - НП СРО "Центрстройэкспертиза-Статус".

Подробная информация на сайте по адресу: mkso.ucoz.ru

УДК 620.179.1.082.7:658.58

ИВАСЬШИН Генрих Степанович – д-р техн. наук, проф., акад. Российской инженерной академии, руководитель псковского отделения РИА, Россия
ГОУ ВПО Псковский государственный политехнический институт

IVASYSHIN Genrich Stepanovich – Doctor of Engineering, Professor, Member of RAE,
Head of Pskov Branch of Russian Academy of Engineering, of *Pskov State Polytechnic Institute*,
Russian Federation

НАУЧНЫЕ ОТКРЫТИЯ В МИКРО- И НАНОТРИБОЛОГИИ И ГЕЛИЕВОЕ ИЗНАШИВАНИЕ

SCIENTIFIC DISCOVERIES IN MICRO- AND NANOTRIBOLOGY AND HELIUM WEAR

Рассмотрены особенности управления трением за счет сверхтекучести гелия в микротрибосистемах на основе реализации углеродно-азотного цикла (эффекта) в зоне трения.

The characteristic of friction control through superflowability of helium in microtribosystems on the basis of carbon-and-nitrogen cycle (effect) in friction zone are considered.

Ключевые слова: управление трением, углеродно-азотный цикл, сверхтекучесть гелия.

Key words: friction control, carbon-and-nitrogen cycle, superflowability of helium.

Одним из современных направлений в области механики и машиноведения является микромеханика, или нанотехнология. Методы и средства классической трибологии здесь неприемлемы в полном объеме, хотя многие современные ноу-хау базируются на фундаментальных представлениях трибологии, рассмотренных в работах [19, 20].

К.С. Лудема (Мичиганский университет, США) утверждал: «Основной целью трения является поиск путей управления им. Природа трения исследовалась в течение многих лет. Анализ данных литературы показывает, что большинство работ в этой области носит эмпирический характер и завершается табулированием коэффициентов трения и декларированием сложности процесса фрикционного взаимодействия. В настоящее время существует большое количество таблиц коэффициентов трения и может создаться впечатление, будто трение вполне исследовано и не требует дальнейшего изучения. Но именно в этом и заключается основная проблема. В таких таблицах очень мало надежных данных, а наука не предлагает новых подходов...» [20, с. 19].

В.И. Колесников, Ю.М. Лужнов, А.В. Чичинадзе [10] считают, что «форсирование исследований в области микро- и нанотрибологии» относится на сегодняшний день «к основным и актуальным разделам и направлениям трибологии и ее инженерному приложению – триботехнике».

Развитие нанотехнологий и появление нового класса приборов микроэлектромеханических и наноэлектромеханических систем привело к необходимости управления трибологическими процессами в микро- и наномасштабах [13], развитию теоретических и экспериментальных методов исследования в области микро- и нанотрибологии [14–17].

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

Представляют интерес результаты экспериментальных исследований. О.В. Клявин считает, в частности, что «гелий как среда может оказывать влияние на механические характеристики и дислокационную структуру кристаллических материалов» [22]. И далее: «Благодаря пол-

ной 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». О.В. Клявин также утверждает, что «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». 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».

Тела, взаимодействующие в таких системах как миниатюрные телероботы, микроспутники, нанокomпьютеры, микросенсорные устройства, микрозеркала, микрооптоэлектронные системы, микрорефрижераторы, химические и биохимические микрореакторы и др., очень малы, а удельные нагрузки на трибоспряжения велики, так что трибологические процессы в значительной степени определяются атомно-молекулярным взаимодействием контактирующих поверхностей, в которое вовлекаются очень малые объемы контактирующих тел и доля деформационных процессов незначительна [8].

В издательстве «Машиностроение» в 2007 г. вышла книга Ю.И. Головина «Введение в нанотехнику», в которой целый раздел посвящен нанотрибологии [2]. Рассматривая общие вопросы, относящиеся к нанотрибологии, Ю.И. Головин отмечает, в частности: «Вполне естественно желание понять природу наноконтактных процессов, трения и износа на более фундаментальном уровне. Первый шаг в этом направлении – перейти к рассмотрению отдельных микро- и наноконтактов, а затем путем интегрирования (или усреднения) по поверхности – к макроразмерам» [2, с. 383].

Ю.И. Головин акцентирует внимание также на следующем: «Следующий шаг на пути создания физической теории трения и износа – переход к исследованиям в атомарной шкале. Они также стали возможны

в результате совершенствования сканирующих зондовых микроскопов, в частности, атомно-силовых, работающих в режиме латеральной моды (friction force microscopy – FFM), в которых можно смоделировать различные процессы в динамических наноконтактах.

После этого исследования трения и износа перешли на качественно новый уровень и возникла серия новых вопросов. В какой связи находятся характеристики макроскопического, наноскопического и атомарного трения между собой? Как объяснить и спрогнозировать характеристики макротрения, исходя из фундаментальных знаний свойств, взаимодействующих атомов и макротопологии поверхности? Наконец, как управлять внешним трением на основе этих знаний, т.е. создавать пары с большим трением и диссипацией энергии (например, для тормозящих узлов, фрикционов, муфт сцепления и т.д.) или, напротив, – с малым (для подшипников скольжения, направляющих и т.д.).

При этом в последнем случае желательно найти условия, в которых трение упало бы до нуля и реализовалось «сверхскольжение», аналогичное сверхпроводимости или сверхтекучести. Принципиальных препятствий для этого не существует, и в некотором смысле такие режимы уже найдены...» [2, с. 384].

Действительно, один из таких режимов уже найден.

Цель настоящей работы – обеспечение условий управления внутренним и внешним трением на основе синтеза гелия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения.

Постановка задачи

- Создание трибофизической модели на основе реализации углеродно-азотного цикла холодного ядерного синтеза, в результате которого в зоне трения водород превращается в гелий.
- Формирование механизма реализации углеродно-азотного цикла холодного ядерного синтеза в объемных частях слоёв пар трения; управление внутренним трением за счет сверхтекучести гелия в микротрибосистемах.
- Формирование механизма реализации углеродно-азотного цикла холодного ядерного синтеза в поверхностных слоях пар трения; управление внешним трением за счет сверхтекучести гелия в микротрибосистемах.

Решение задачи

На наш взгляд, использование пар трения с гелиевым изнашиванием даст возможность управлять трением (за счет сверхтекучести гелия) в микротрибосистемах [8]. В работе «**Закономерность аддитивности диффузионного магнитного последействия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения из ферромагнитных материалов и сплавов**» [16] отмечено: «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».

Необходимо отметить, что атомы внедрения углерода С и азота N (углеродно-азотный цикл) ответственны, как бы парадоксально это не звучало, за синтез гелия в зоне трения (Диплом №289) [16, 8].

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

Формирование механизма реализации углеродно-азотного цикла холодного ядерного синтеза в объемных частях пар трения; управление внутренним трением за счет сверхтекучести гелия в микротрибосистемах

На основе научного открытия (Диплом №289) изменяется, в частности, представление об известных механизмах упругого последействия и магнитной вязкости (магнитного последействия).

С.М. Золоторевский [4], анализируя механизм упругого последействия, утверждает: «Механизм упругого последействия может быть связан с перераспределением точечных дефектов, например, в металлах с объемно-центрированной кубической решеткой – атомов примесей внедрения. До нагружения эти атомы располагаются в междоузлиях, например, на середине ребер кубической решетки, статически равномерно. Под действием напряжения происходит постепенное перераспределение примесных атомов. Они стремятся занять междоузлия на ребрах вдоль оси нагружения, где вызывают наименьшие искажения решетки. В результате каждая элементарная ячейка и весь образец удлиняется вдоль направления действия нагрузки. Причем происходит это не мгновенно. Поскольку переход примесных атомов в новое положение требует диффузионных перескоков, он продолжается достаточно длительное время. После разгрузки происходит обратное перераспределение примесных атомов, и образец принимает исходные размеры».

Время релаксации, определенное методами внутреннего трения и упругого последействия, позволяет рассчитать коэффициент диффузии атомов примеси, миграция которых обуславливает релаксационный процесс [12]. В кубической решетке коэффициент диффузии атомов связан со средним временем «оседлой жизни» этих атомов (τ), зависимостью, выведенной Эйнштейном:

$$D = \alpha \frac{\delta^2}{\tau}, \quad (1)$$

где δ – межатомное расстояние, т.е. величина шага блужданий, α – геометрический параметр.

При диффузии по междоузлиям в ОЦК-решетке $\alpha = 1/24$, а для ГЦК-решетки $\alpha = 1/12$.

Межатомное расстояние, представляющее собой длину ребра элементарного куба, равно $2,8 \times 10^{-8}$ см для α -железа (феррит). В нормальном состоянии радиус иона железа в кристаллической решетке может быть принят равным $1,3 \times 10^{-8}$ см.

Формула (1) может быть применена и в случае вакансионного механизма диффузии при самодиффузии и гетеродиффузии.

В работе [18], посвященной исследованиям в области магнитных материалов, Я. Сноек подробно разбирает различные типы механического последействия, обусловленные диффузией атомов (ионов) и электронов и теплопроводностью. В главе «Введение» [18, с. 11] автор утверждает

ет: «... представляется совершенно достоверным, что эффекты последствий создаются перемещением ионов углерода и азота в решетке, около определенных мест, занятие которых создает несферические искажения решетки...». Я. Сноек [18, с. 55] считает, что «...ничтожные количества углерода или азота способны создать упругое или магнитное последствие...». По теории Я. Сноека атомы углерода или азота располагаются в центрах граней или ребер элементарной ячейки.

Р. Бозорт [1] подтверждает мнение Я. Сноека о влиянии движения атомов углерода на появление магнитного последствия (рис. 1).

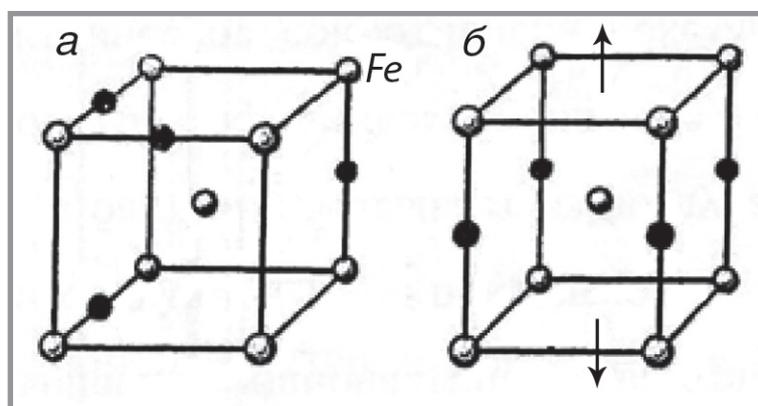


Рис. 1. Предполагаемое расположение атомов углерода в железе до и после упругой деформации [1]: *а* – до упругой деформации (случайное распределение атомов); *б* – после упругой деформации (упорядоченное распределение). Движение атомов углерода вызывает появление магнитного последствия (магнитной вязкости)

Под действием напряжения межатомное расстояние δ удлиняется вдоль оси нагружения на величину ω .

Межатомное расстояние с учетом дополнительного тренда вследствие эффектов последствия определяется зависимостью

$$S_1 = \delta + \omega, \quad (2)$$

где ω – тренд межатомного расстояния, зависимый от аддитивности упругого последствия ω_1 [14], аддитивности магнитного последствия ω_2 [15], аддитивности диффузионного магнитного последствия ω_3 [16], аддитивности водородного магнитного последствия ω_4 [17].

$$\omega = \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4. \quad (3)$$

В этой связи формулу Эйнштейна (1) для определения коэффициента диффузии атомов можно представить так:

$$D = \alpha \frac{(\delta + \omega)^2}{\tau}. \quad (4)$$

Изменение представления об известных механизмах упругого последствия и магнитной вязкости (магнитного последствия) заключается также в том, что аддитивное движение атомов углерода С и азота N инициирует не только реализацию углеродно-азотного цикла, но и синтез гелия при направленном перемещении атомов внедрения в поле приложенных напряжений.

Формирование механизма реализации углеродно-азотного цикла холодного ядерного синтеза в объемных частях пар трения; управление внешним трением за счет сверхтекучести гелия в микротрибосистемах

На основе научного открытия (Диплом №289) изменяется, в частности, представление об известном механокалорическом эффекте.

Механокалорический эффект наблюдается в жидком гелии He-II при температурах ниже температуры перехода в сверхтекучее состояние (ниже 2,19 °К при нормальном давлении): при вытекании гелия из сосуда через узкий капилляр или щель (~1 мкм) остающийся в сосуде гелий нагревается.

Открытый в 1938 г. английскими физиками Д.Г. Доунтом и К. Мендельсоном эффект получил объяснение на основе квантовой теории сверхтекучести. Обратное явление – течение гелия, вызванное подводом теплоты, называется термомеханическим эффектом.

Структурная схема механокалорического эффекта представлена на рис. 2.

Изменение представления о механокалорическом эффекте может быть использовано при создании конкурентоспособных технологий в области криогенной и космической техники за счет учета дополнительного тренда выходных параметров вследствие аддитивности упругого последствия [14], аддитивности магнитного последствия [15], аддитивности диффузионного магнитного последствия [16], аддитив-

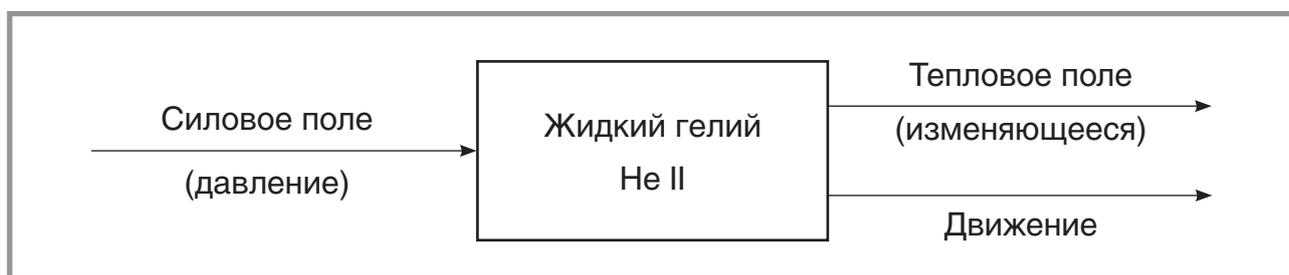


Рис. 2. Структурная схема механокалорического эффекта

ности водородного магнитного последействия [17] в объемных частях и поверхностных слоях пар трения.

Изучение свойств жидкого гелия привело к открытию целого ряда интересных явлений. В 1908 г. нидерландский физик Хейке Камерлинг-Оннес получил жидкий гелий. Он обнаружил, что гелий имеет 2 состояния: 1-е – это нормальное, называемое гелий-I. Оно существует до температуры $2,19^{\circ}\text{K}$, ниже его модификация меняется. Оставаясь жидким, гелий переходит во 2-е состояние – гелий-II.

В 1911 г. Камерлинг-Оннес совершенно неожиданно обнаружил, что при температуре жидкого гелия сопротивление ртутного проводника внезапно снижается в миллионы раз и практически исчезает. Это странное явление получило название сверхпроводимость.

Открытие Камерлинг-Оннеса произвело большое впечатление на ученых, и уже в 1913 г. ему была присуждена Нобелевская премия по физике.

Гелий обладает удивительным свойством: из всех существующих в мире веществ он сжижается при самой низкой температуре $4,2^{\circ}\text{K}$ (-269°C). Но у гелия есть и другие удивительные свойства. При дальнейшем охлаждении он остается жидким. Все остальные вещества при охлаждении в конце концов затвердевают.

В 1938 г. в Московском институте физических проблем академик П.Л. Капица обнаружил, что при температуре ниже $2,2^{\circ}\text{K}$ у гелия появляется новое свойство: он приобретает способность протекать без какого-либо трения. Это свойство было названо сверхтекучестью, а гелий при температуре $2,2^{\circ}\text{K}$ – гелием-II.

Удивительные свойства жидкого гелия теоретически объяснил советский ученый Л.Д. Ландау. Кратко это объяснение сводится к следующему: в гелии-II так мало квантов тепла, что на все его частицы их не

хватает и образуются как бы 2 жидкости, одновременно существующие: нормальный гелий, каждая частица которого несет на себе квант тепла, и сверхтекучий гелий, у частиц которого нет квантов тепла. Сверхтекучая часть гелия как бы находится при абсолютном нуле температуры; она не обладает вязкостью и поэтому обе жидкости могут двигаться друг в друге без трения.

Л.Д. Ландау первым сопоставил два «странных» явления – сверхпроводимость и сверхтекучесть – течение жидкого гелия-II без трения через узкие капилляры и предположил, что они родственны.

Сверхпроводимость – сверхтекучесть весьма своеобразной жидкости – электронной.

Созданная Л.Д. Ландау теория сверхтекучести и представление о гелии-II как о слабовозбужденной квантовой системе оказались весьма плодотворными для физической теории. За это достижение Л.Д. Ландау был удостоен в 1962 г. звания лауреата Нобелевской премии по физике.

П.Л. Капица, открывший явление сверхтекучести, получил Нобелевскую премию лишь в 1978 г. вместе с радиоастрономами Пензиасом и Вильсоном, открывшими фоновое микроволновое излучение.

Изучение сверхпроводимости в металлах и сверхтекучести жидкого гелия привело к пониманию физических закономерностей, которые наблюдаются и в астрофизике, при исследовании вопроса о нейтронных звездах, и в микромире при изучении свойств атомных ядер, исследовании поведения сложных молекул.

Атом гелия имеет чуть меньшую массу, чем 4 атома водорода, которые пошли бы на его образование. Этот дефект массы и выделяется в недрах Солнца в виде энергии. Во внутренних областях Солнца и особенно в более горячих по сравнению с Солнцем звездах синтез гелия, вероятно, происходит в ходе углеродно-азотного цикла (цикла Бете-Вейцеккера). Углеродно-азотный цикл термоядерного синтеза был открыт Хансом Бете в 1939 г. В 1967 г., почти 3 десятилетия спустя после своих открытий Ханс Бете стал лауреатом Нобелевской премии. Определенный вклад в это открытие внесли также другие исследователи, прежде всего Карл Фридрих фон Вейцеккер.

Внутри Солнца вещество сильно сжато давлением вышележащих слоев и раз в 10 плотнее свинца. Зато наружные слои Солнца в сотни раз разреженнее воздуха у поверхности Земли. Давление газа в недрах Солнца в сотни миллиардов раз больше, чем воздуха у поверхности

Земли. При таком огромном давлении температура вещества превышает 10 млн °К и оно находится в газообразном состоянии. По своим свойствам этот газ сильно отличается от обычных газов, например воздуха: почти все атомы полностью теряют свои электроны и превращаются в «голые» атомные ядра. Свободные электроны, оторвавшись от атомов, становятся составной частью газа. Такой газ называется плазмой. Частицы плазмы, нагретой до 10 млн °К, движутся с огромными скоростями – сотни и тысячи километров в секунду. Из-за чрезмерного давления частицы сильно сближаются и отдельные ядра атомов иногда даже проникают друг в друга, при этом происходят ядерные реакции, являющиеся источником неиссякаемой энергии Солнца.

В результате одной из таких реакций водород превращается в гелий, причем на промежуточных этапах образуются ядра тяжелого водорода – дейтерия (D), а также изотопа гелия, отличающегося от обычного тем, что его масса не в 4, а в 3 раза превышает массу атома водорода. Когда ядра одного элемента (например, водорода), соединяясь, образуют ядра другого (например, гелия), возникают особые γ -лучи, обладающие огромной энергией.

Всякие лучи используются в виде отдельных порций – квантов. И.В. Крагельский, М.Н. Добычин, В.С. Комбалов [11], анализируя критические точки, характеризующие условия перехода от одного вида трения к другому, утверждали: «Отдельные участки тонкого поверхностного слоя металла вследствие развивающихся на них при трении значительных напряжений и деформаций, а также высоких контактных температур переходят в особое активизированное неустойчивое состояние». Это состояние позже П.А. Тиссен назовет «магма-плазма» [21]. «Вещество в таком состоянии способно вступать в реакции с материалом контртела и окружающей средой, причем даже с нейтральными газами».

Необходимо отметить, что профессора П.А. Тиссена, одного из ведущих физико-химиков Германии, в 1968 г. пригласил с докладами на крупный семинар механохимии академик П.А. Ребиндер. Совокупность всех взаимодействий среды и самой поверхности на физико-химические и механические свойства поверхностного слоя проявляется в адсорбционном понижении прочности – эффекте П.А. Ребиндера. По терминологии академика П.А. Ребиндера, трение и изнашивание являются комплексными процессами физико-химической механики [19].

Теоретические и экспериментальные исследования в области физико-химической механики процессов трения и изнашивания (постулат академика П.А. Ребиндера) непосредственно учитываются двумя основополагающими триадами внешнего трения и изнашивания твердых тел, которые сформулированы И.В. Крагельским и А.В. Чичинадзе [10]. Эти триады рассматривают 3 последовательных и взаимосвязанных этапа процесса трения:

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

По А.В. Чичинадзе эта основополагающая триада И.В. Крагельского дополняется следующими параметрами трения и износа: 1) физико-химические и механические свойства материалов пары трения и окружающей среды; 2) микро- и макрогеометрия контактирующих элементов и коэффициент взаимного перекрытия; 3) режим трения по нагрузке, скорости скольжения, начальной, текущей объемной и поверхностной температуре и градиенту температур и механических свойств по координате и времени.

Тепловая энергия, высокие градиенты температур в совокупности с пластической и макротепловой деформациями и инициируемыми структурно-фазовыми превращениями создают в металлах и сплавах высокие внутренние напряжения, которые могут породить дефекты структуры и ее ослабление или разрыхление [3, 7, 19].

В условиях высоких удельных нагрузок и температур при трении возможно образование «магмы-плазмы» (рис. 3), установленное при микроскопическом исследовании зоны контакта деталей.

Взаимодействие микровыступов при трении происходит в течение очень короткого времени (от 10^{-7} до 10^{-8} с), за которое к контакту подводится большое количество энергии. Для таких условий законы классической термодинамики не выполняются; материал тонкого поверхностного слоя преобразуется, в результате в зоне соударения неровностей поверхностей образуется «магма-плазма».

Этот процесс сопровождается, в частности, механоэмиссионными и механохимическими процессами, химическими реакциями, газоразрядными процессами, синтезом некоторых веществ, а также возникновением частиц с большой энергией, возбужденных молекул, ато-

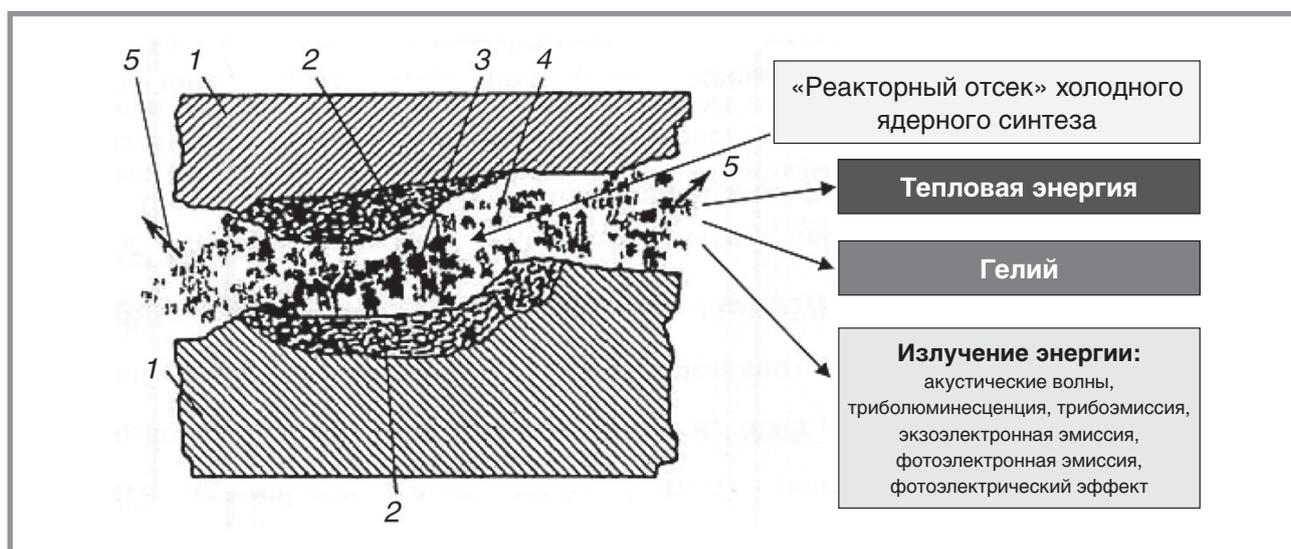


Рис. 3. Модель «магмы-плазмы»: 1 – исходная структура; 2 – расплавленная структура; 3 – плазма; 4 – электроны трибоэмиссии; 5 – атомы, фотоны, фононы, ионы, возбужденные молекулы, быстрые электроны

мов, ионов, быстрых электронов, фононов (звуковых квантов), фотонов (квантов электромагнитного излучения).

Взаимодействие поверхностей в зоне трения, как показал И.В. Крагельский, формирует так называемое «третье тело» [19], что существенно меняет в первую очередь молекулярную (адгезионную) составляющую силы трения в двухчленном законе трения:

$$F_T = F_{T \text{ МОЛ}} + F_{T \text{ МЕХ}}, \quad (5)$$

где $F_{T \text{ МОЛ}}$ – молекулярная составляющая силы трения; $F_{T \text{ МЕХ}}$ – механическая (деформационная) составляющая силы трения.

$F_{T \text{ МЕХ}}$ возникает вследствие несовершенной упругости материала деформируемых слоев. Она обусловлена гистерезисными потерями (гистерезис является следствием упругого последействия).

На основании проведенных автором теоретических и экспериментальных исследований [5–9, 14–17] показано, в частности, что:

- сила трения F_T формируется в процессе предварительного смещения, регламентируемого закономерностью аддитивности упругого последействия [6];
- изнашивание в условиях упругого последействия – это процесс постепенного изменения размеров тела при трении, проявляющийся

в отделении с поверхности трения материала и/или его остаточной деформации, а также его обратимой остаточной деформации или упругого последействия [6];

- при решении тепловой задачи трения необходимо учитывать упругое последействие [7].

Из явлений, сопровождающих трение, в работе [19] отмечаются 2, оказывающие наибольшее влияние на работоспособность подвижных сопряжений различных машин и механизмов: изнашивание контактирующих деталей подвижных сопряжений машин и механизмов; выделение теплоты в процессе трения.

В развитие постулата академика П.А. Ребиндера и двух основополагающих триад внешнего трения и изнашивания твердых тел, сформулированных И.В. Крагельским и А.В. Чичинадзе, автором предлагаются, в частности, оригинальные трибодинамические модели [6]: а – трибодинамическая модель, используемая при анализе или расчете условий резания, связанных с обработкой прецизионных деталей; б – трибодинамическая модель, применяемая при решении задач, связанных с выбором привода и его расчетом; в – трибодинамическая модель, используемая при решении задач, связанных с анализом или расчетом условий трения в направляющих столах, суппортах или подшипниках узлов.

В развитие постулата академика П.А. Ребиндера и 2 основополагающих триад внешнего трения и изнашивания твердых тел, сформулированных И.В. Крагельским и А.В. Чичинадзе, автором предлагается использовать модель «магмы-плазмы» не только с целью управления внешним трением за счет сверхтекучести гелия, но и для изучения холодного ядерного синтеза, а также для получения в перспективе неиссякаемого источника экологически чистой энергии на основе синтеза из более легкого водорода более тяжелого гелия [8, 9, 16].

Использование водорода в качестве топлива в автомобильном двигателе, а также развитие водородной энергетики актуализирует создание материалов на основе 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 [8, 9, 16].

Принципиальная возможность инициирования холодного ядерного синтеза (научное открытие – Диплом №289) [8, 9, 16] на отдельных

участках тонкого поверхностного слоя металла вследствие развивающихся на них при трении значительных напряжений и деформаций, а также высоких контактных температур открывает новые подходы при разработке микро- и нанотрибологических технологий, основанных на использовании гелия в реакции термоядерного синтеза.

Выводы

1. Создана трибофизическая модель (научное открытие – Диплом №289) на основе реализации углеродно-азотного цикла холодного ядерного синтеза, в результате которого в зоне трения водород превращается в гелий.

2. Имея в виду, что тела, взаимодействующие в микроэлектромеханических и наноэлектромеханических системах, такие, как миниатюрные телероботы, микроспутники, микроприборы, нанокомпьютеры, микросенсорные устройства, микрозеркала, микрооптоэлектронные приборы, микрорефрижераторы, химические и биохимические микрореакторы и другие очень малы, а удельные нагрузки на наноконтактах так велики, что трибологические процессы в значительной степени определяются атомно-молекулярным взаимодействием контактирующих поверхностей, представляется актуальным создание материалов на основе научного открытия (Диплом №289) для пар трения с гелиевым изнашиванием с возможностью подавления водородного изнашивания на основе реализации углеродно-азотного цикла (эффекта) в зоне трения, а также обеспечения управления трением за счет сверхтекучести гелия в микро- и нанотрибосистемах.

3. Создание нанотехнологий и нового класса приборов микроэлектромеханических и наноэлектромеханических систем на основе научных открытий (Дипломы №258, 277, 289, 302) даст, на наш взгляд новые конкурентоспособные результаты.

4. Изменение представления о механокалорическом эффекте на основе научных открытий (Дипломы №258, 277, 289, 302) может быть использовано при создании конкурентоспособных технологий в области водородной энергетики, криогенной и космической техники, тем более, что известно большое количество приборов, машин и устройств, работающих при очень низких температурах, либо использующих для своего функционирования квантовую жидкость – жидкий гелий.

Уважаемые коллеги!

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

Ивасышин Г.С. Научные открытия в микро- и нанотрибологии и гелиевое изнашивание // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2011, Том 3, № 3. С. 59–76. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_3_2011.pdf (дата обращения: __ __ __ __).

Dear colleagues!

The reference to this paper has the following citation format:

Ivasyshin G.S. Scientific discoveries in micro- and nanotribology and helium wear. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2011, Vol. 3, no. 3, pp. 59–76. Available at: http://www.nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_3_2011.pdf (Accessed __ __ __ __). (In Russian).

Библиографический список:

1. Бозорт Р. Ферромагнетизм. М.: ИЛ, 1956; 784 с.
2. Головин Ю.И. Введение в нанотехнику. М.: Машиностроение, 2007; 496 с.
3. Гурский Б.Э., Чичинадзе А.В. Становление и развитие тепловой задачи применительно к трению, изнашиванию и смазке // Сборка в машиностроении и приборостроении (Прил.), 2005; 2 (8), ч. 1: 3–8; 3 (9), ч. 2: 3–8; 4 (10), ч. 3: 3–8; 5 (11), ч. 4: 3–8.
4. Золоторевский С.М. Механические свойства металлов. Учебник для вузов. 2-е изд. М.: Металлургия, 1983; 352 с.
5. Ивасышин Г.С. Влияние упругого последействия на физико-механические свойства контактирующих материалов // Трение и смазка в машинах и механизмах. 2006; 8: 11–7.
6. Ивасышин Г.С. Влияние упругого последействия и аддитивности упругого последействия упругой системы прецизионного металлорежущего станка на статическую характеристику трения, износостойкость и фреттингостойкость плоских направляющих // Трение и смазка в машинах и механизмах. 2006; 9: 32–9.
7. Ивасышин Г.С. Учет упругого последействия при решении тепловой задачи трения // Трение и смазка в машинах и механизмах. 2009; 5: 38–40.
8. Ивасышин Г.С. Научные открытия в микро- и нанотрибологии // Трение и смазка в машинах и механизмах. 2008; 4: 24–7.
9. Ивасышин Г.С. Холодный ядерный синтез и научные открытия в микро- и нанотрибологии // Деловая слава России. 2009; 1: 106–9.

10. Колесников В.И., Лужнов Ю.М., Чичинадзе А.В. Цели и задачи журнала «Трение и смазка в машинах и механизмах» // Сборка в машиностроении, приборостроении (Прил.). 2005; 1 (7): 3–7.
11. Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ. М.: Машиностроение, 1977. 526 с.
12. Криштал М.А. Определение истинных коэффициентов диффузии и термодинамической активности методом внутреннего трения / В кн.: Внутреннее трение в металлах и сплавах. М.: Наука, 1966. С. 94–101.
13. Левченко В.А., Буяновский И.А., Матвеев В.Н. Этапы развития нанотрибологии // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2005; 2: 36–45.
14. Научное открытие (Диплом №258) // Закономерность аддитивности упругого последствия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения / Г.С. Ивасышин. М.: РАЕН, МААНОиИ, 2004.
15. 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.
16. 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.
17. Научное открытие (Диплом №302) // Закономерность аддитивности водородного магнитного последствия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения из ферромагнитных материалов и сплавов / Г.С. Ивасышин. М.: РАЕН, МААНОиИ, 2006.
18. Сноок Я. Исследования в области новых ферромагнитных материалов. М.: ИЛ, 1949. 224 с.
19. Чичинадзе А.В., Берлинер Э.М., Браун Э.Д. и др. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника) / Под общ. ред. А.В.Чичинадзе. М.: Машиностроение, 2003. 576 с.
20. Трибология: Исследования и приложения: опыт США и стран СНГ / Под ред. В.А. Белого, К. Лудемы, Н.К. Мышкина. М.: Машиностроение; Нью-Йорк: Аллертон-пресс, 1993. 452 с.
21. Thiessen P.A., Meyer K., Heinicke G. Grundlagen der Tribochemie. Berlin: Akademie-Verlag, 1967.
22. Клявин О.В. Физика пластичности кристаллов при гелиевых температурах. М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы. 1987; 255 с.

References:

1. Bozort R. Ferromagnetism. М.: ИЛ, 1956; 784 p.
2. Golovin Yu.I. Introduction to nanotechnology: - М.: Mechanical Engineering. 2007; 496 p.
3. Gursky B.Ae., Chichinadze A.V. Posing and developing heat problem as applied to friction, wear, and lubrication // Appendix to journal «Assembly in Mechanical Engineering and Instrumentation». 2005; 2 (8), P. 1, p. 3–8; 3 (9); P. 2, p. 3–8; 4 (10), Pt 3, p. 3–8; 5 (11), Pt 4, p. 3–8.
4. Zolotarevsky S.M. Mechanical Properties of metals: Manual for Higher Educational Institutions. 2nd Edition. М.: Metallurgy, 1983; 352 p.

5. *Ivasyshin G.S.* Influence of elastic aftereffect upon physical and mechanical properties of materials in contact // Friction and Lubrication in Machines and Mechanisms. 2006; 8: 11–7.
6. *Ivasyshin G.S.* Influence of elastic aftereffect and additivity of elastic aftereffect of elastic system of precision metal-cutting machine upon static characteristic of friction, wear resistance, and fretting resistance of flat guideways // Friction and Lubrication in Machines and Mechanisms. 2006; 9: 32–9.
7. *Ivasyshin G.S.* Consideration of elastic aftereffect in solving heat friction problem // Friction and Lubrication in Machines and Mechanisms. 2009; 5: 38–40.
8. *Ivasyshin G.S.* Scientific Discoveries in micro- and nanotribology // Friction and Lubrication in Machines and Mechanisms. 2008; 4: 24–7.
9. *Ivasyshin G.S.* Fusion and scientific discoveries in micro- and nanotribology // Business Glory of Russia. 2009; 1: 106–9.
10. *Kolesnikov V.I., Lushnov Y.M., Chichinadze A.V.* Goals and objectives of the journal «Friction and Lubrication in Machines and Mechanisms» // Appendix to the journal «Assembly in Mechanical Engineering, Instrumentation». 2005; 1 (7): 3–7.
11. *Kragelsky I.V., Dobychin M.N., Kombalov V.S.* Basis of calculating friction and wear. M.: Mechanical Engineering, 1977; 526 p.
12. *Krishtal M.A.* Defining true coefficients of diffusion and thermodynamic activity by internal friction method // Internal Friction in Metals and Alloys. M.: Nauka, 1966; P. 94–101.
13. *Levchenko V.A., Buyanovsky I.A., Matveenko B.N.* Development stages in nanotribology // Problems in Mechanical Engineering and Reliability of Machines. 2005; 2: 36–45.
14. Scientific Discovery (Diploma №258) // Regularity of additivity of elastic aftereffect in volumetric parts and surface layers of friction pairs / Ivasyshin G.S. M.: RAEN, MAANO and I, 2004.
15. Scientific Discovery (Diploma №277) // Regularity of additivity of magnetic elastic aftereffect in volumetric parts and surface layers of friction pairs made of ferromagnetic materials / Ivasyshin G.S. M.: RAEN, MAANO and I, 2005.
16. Scientific Discovery (Diploma №289) // Regularity of additivity of diffusive magnetic elastic aftereffect in volumetric parts and surface layers of friction pairs made of ferromagnetic materials and alloys / Ivasyshin G.S. M.: RAEN, MAANO and I, 2005.
17. Scientific Discovery (Diploma №302) // Regularity of Additivity of hydrogen magnetic aftereffect in volumetric parts and surface layers of friction pairs made of ferromagnetic materials and alloys / Ivasyshin G.S. M.: RAEN, MAANO and I, 2006.
18. *Snoek Ya.* Investigations in the field of new ferromagnetic materials. M.: IL, 1949; 224 p.
19. Friction, wear, and lubrication (Tribology and Tribotechnology / A.V.Chichinadze, E.M. Berliner, E.D.Brown.; Edited by A.V.Chichinadze. M.; Mechanical Engineering, 2003; 576 p.
20. Tribology: Research and Application: Developments in the USA and CIS / Ed. by V.A. Bely, K. Ludema, N.K.Vyshkin. M.: Mechanical Engineering; New York; Allerton-Press, 1993; 452 p.
21. *Thiessen P.A., Meyer K., Heinicke G.* Grundlagen der Tribochemie. Berlin: Akademie-Verlag, 1967; 267 p.
22. *Klyavin O.V.* Aspects of crystal plasticity at helium temperatures. M.: Nauka, Chief editorial office for physical and mathematical literature, 1987; 255 p.

«SOCHI-BUILD» ОБЪЕДИНЯЕТ СПЕЦИАЛИСТОВ

«SOCHI-BUILD» UNITES SPECIALISTS

С 19 по 22 октября 2011 г. в городе Сочи в выставочных павильонах у Морского порта на территории аквапарка «Маяк» состоится **X Международный строительный форум «SOCHI-BUILD»**. Форум объединит на одной площадке сразу несколько тематических экспозиций: «Архитектура. Строительство. Благоустройство. ЖКХ», «Спортивные объекты – проектирование, строительство, оснащение», «Климатические системы. Тепло-, газо- и водоснабжение», «Энергоснабжение и электротехника в строительстве», «Стройспецтехника. Дорога. Тоннель», «Дом. Дача. Коттедж», «Деревянное домостроение», «Ландшафтный дизайн», «Дизайн интерьера, экстерьера. Декор», «Экология. Безопасность».

Строительный комплекс Краснодарского края по основным показателям деятельности является лидирующим в масштабах Южного федерального округа. Стратегические направления развития строительного комплекса края обуславливаются прежде всего основными приоритетами социально-экономического развития края на долгосрочную перспективу. Именно строительство обеспечивает развитие таких важных в регионе отраслей, как промышленность, сельское хозяйство, туризм, транспорт и связь. В краткосрочном периоде строительная отрасль региона в связи с подготовкой к спортивным событиям мирового уровня и масштабной модернизацией практически всей инфраструктуры играет не менее важную роль. Возведение многочисленных объектов спортивной индустрии, развитие транспортной инфраструктуры, строительство и массовая реконструкция жилого фонда и важнейших объектов социального назначения, повышенные требования к качеству применяемых материалов и соблюдению «зеленых стандартов» и природоохранных требований – для реализации всех этих задач наличие современного высокоэффективного строительного комплекса станет необходимым условием.

Форум «SOCHI-BUILD» нацелен на решение поставленных задач, призван оказать всестороннее содействие развитию регионального строительного комплекса посредством укрепления сотрудничества российских и зарубежных компаний и привлечения мирового опыта для качественной реализации масштабного проекта развития курорта Сочи.

Международный Форум заслужил авторитет знакового и эффективного мероприятия строительной тематики на юге России и в течение последних лет только подтверждает эту тенденцию. В Форуме 2010 г. приняли участие компании из Бельгии, Германии, Литвы, Турции и Швейцарии, российские фирмы из Москвы, Санкт-Петербурга, Волгограда, Воронежа, Ижевска, Казани, Калуги, Краснодара, Кирова, Ростова-на-Дону, Ульяновска, Перми, Смоленска, Челябинска, Владимирской, Московской, Ростовской, Самарской, Свердловской, Тверской, Челябинской областей, Краснодарского и Ставропольского краев, которые представили широкий спектр продукции для строительного комплекса и ЖКХ: системы отопления и водоснабжения, сантехнику; отделочные материалы, элементы благоустройства и ландшафтного дизайна; системы противопожарной безопасности; метизную и крепежную продукцию; деревянное домостроение; технологии и оборудование для очистки сточных вод; металлопластиковые конструкции, кровельные и фасадные материалы, системы ограждений; геодезическое оборудование; гидроизоляцию; строительное оборудование и материалы; спецтехнику; профессиональные электро- и пневмоинструменты; кабельную продукцию и электротехническое оборудование, приборы и системы учёта электроэнергии, газа, воды и тепла и многое другое.

«SOCHI-BUILD» – это не только возможность ознакомиться с последними технологическими разработками и реализованными проектами, но и принять активное участие в деловой программе мероприятия. Насыщенная деловая программа – традиция Форума. Многочисленные круглые столы, семинары, презентации собирают для обсуждения специалистов строительного комплекса со всех российских регионов. Активное участие в программе принимают руководители профильных управлений Администрации Краснодарского края и города Сочи, архитекторы, проектировщики, специалисты строительных организаций и профессиональных объединений, предприятия городского хозяйства, производители и дистрибьюторы строительных материалов и технологий. И этот год не станет исключением – запланировано проведение це-

лого ряда деловых мероприятий, направленных на обсуждение наиболее востребованных вопросов регионального строительного комплекса.

Сегодня **Форум «SOCHI-BUILD»** – это эффективная бизнес-площадка, где все участники могут не только продемонстрировать свою продукцию, но и принять активное участие в деловой программе, завязать партнерские отношения и расширить рынок сбыта на юге России – инвестиционно привлекательном регионе с высокими темпами развития строительного комплекса.

Оргкомитет Форума:

Выставочная компания «Сочи-Экспо ТПП г. Сочи»

Контактные телефоны: (495) 745-77-09,

(8622) 648-700, 642-333, 647-555

e-mail: stroyka@sochi-expo.ru

www.sochi-expo.ru

Интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве» осуществляет информационную поддержку X Международного строительного форума «SOCHI-BUILD». Редакция приглашает специалистов участвовать в мероприятиях, публиковать материалы по тематике Интернет-журнала, а также предлагает подписаться на издание. Ознакомиться с содержанием номеров журнала и перечнем требований к оформлению материалов можно на сайте издания (www.nanobuild.ru). По вопросам публикации материалов следует обращаться по электронной почте (e-mail: info@nanobuild.ru).



ЛАУРЕАТ ПРЕМИИ
РОССИЙСКИЙ
СТРОИТЕЛЬНЫЙ
ОЛИМП-2010



**SOCHI
BUILD**

**19 – 22 ОКТЯБРЯ 2011, г. СОЧИ
Павильоны у Морпорта**

SOCHI BUILD
X МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ



АРХИТЕКТУРА. СТРОИТЕЛЬСТВО. БЛАГОУСТРОЙСТВО



СПОРТИВНЫЕ ОБЪЕКТЫ -
ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО, ОСНАЩЕНИЕ



КЛИМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ. ТЕПЛО-, ГАЗО-, ВОДОСНАБЖЕНИЕ



ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА



СТРОЙСПЕЦТЕХНИКА. ДОРОГА. ТОНNELЬ



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 ŠKODA

Генеральный информационный спонсор:



Главный информационный партнер:



Специальный информационный партнер:



Региональный информационный партнер:



Партнер:



Выставочная компания «Сочи-Экспо ТПП г. Сочи»
Тел./факс: (8622) 648-700, 642-333, 647-555, (495) 745-77-09
e-mail: stroyka@sochi-expo.ru; www.sochi-expo.ru



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-МЕХАНОХИМИЯ», Russian Federation

НАНОДОБАВКИ ДЛЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

NANOADDITIVES FOR COMPOSITE MATERIALS

Приведен анализ патентной информации о нанодобавках для композиционных материалов. Изобретения можно применить в строительных технологиях для получения наномодифицированных композиционных материалов на основе воздушных и гидравлических вяжущих веществ, что позволит существенно интенсифицировать промышленное производство наномодифицированных композиционных материалов за счёт расширения ассортимента самих нанодобавок, а также использования новых видов фибры.

The analysis of the patent information about nanoadditives for composite materials is given. Inventions can be applied in construction technologies for obtaining nanomodified composite materials on the basis of air and hydraulic binder. That allows considerable intensification of industrial production of nanomodified composite materials due to broadening of nanoadditives assortment as well as to the use of new kinds of a fiber.

Ключевые слова: патент, изобретение, нанодобавки, наномодифицированный, воздушные и гидравлические вяжущие, композиционные материалы, скважины для добычи нефти и газа.

Key words: patent, invention, nanoadditives, nanomodified, air-setting and hydraulic binder, fiber, composite materials, chinks for oil and gas recovery.

В результате патентного поиска и анализа запатентованных изобретений российских учёных в области строительства автором выявлены несколько эффективных направлений:

- в области расширения ассортимента нанодобавок для высокопрочных бетонов;
- для монолитного строительства зданий и сооружений, эксплуатируемых в экстремальных климатических условиях с повышенной сейсмичностью, продолжительными низкотемпературными зимами;
- для устройства скважин для добычи нефти и газа.

Данное направление работ получает своё развитие за счёт создания новых волокон модифицированной фибры (см. патент на полезную модель № 88372) и новых комплексных нанодобавок (см. патент № 2400516).

Композитная арматура «АСТРОФЛЕКС» (варианты)

Патент на полезную модель № 88372

Композитная арматура «Астрофлекс» (варианты) применяется в строительных конструкциях для армирования термоизоляционных стеновых панелей, монолитных бетонных и сборных зданий и сооружений.

Пример 1

Композитная арматура, содержащая внешний слой и внутренний слой, размещенный внутри внешнего слоя, отличается тем, что внешний слой выполнен из нанокompозитного углепластика, в котором полимерная матрица модифицирована углеродными наноструктурами, а внутренний слой выполнен из легкого высокоподвижного бетона, содержащего в своем составе компоненты в следующем соотношении, мас. % :

Цемент	20–50
Наполнитель	70–30
Пластификатор	0,02–2,5
Вода	Остальное

Пример 2

Композитная арматура по примеру 1 отличается тем, что поверхность внешнего слоя снабжена огнезащитным покрытием.

Пример 3

Композитная арматура по примеру 1 отличается тем, что поперечное сечение внешнего и внутреннего слоев имеют произвольную форму.

Пример 4

Композитная арматура, содержащая внешний слой и внутренний слой, размещенный внутри внешнего слоя, отличается тем, что внешний слой выполнен из нанокompозитного углепластика, в котором полимерная матрица модифицирована полиэдральными многослойными углеродными наноструктурами фуллероидного типа (астраленами) в соотношении 0,01–10 % от массы полимерной матрицы, а внутренний слой выполнен из легкого высокоподвижного нанобетона, содержащего в своем составе компоненты в следующем соотношении, мас. % :

Цемент	24–48
Наполнитель	60–30
Модифицированное базальтовое волокно	2–6
Пластификатор	0,05–3,0
вода	Остальное

Пример 5

Композитная арматура по примеру 4 отличается тем, что поверхность внешнего слоя снабжена огнезащитным покрытием.

Пример 6

Композитная арматура по примеру 4 отличается тем, что поперечное сечение внешнего и внутреннего слоев имеют произвольную форму.

Пример 7

Композитная арматура, содержащая внешний слой и внутренний слой, размещенный внутри внешнего слоя отличается тем, что внешний слой выполнен из нанокompозитного углепластика, а внутренний слой выполнен из легкого высокоподвижного нанобетона, содержащего в своем составе компоненты в следующем соотношении, мас. % :

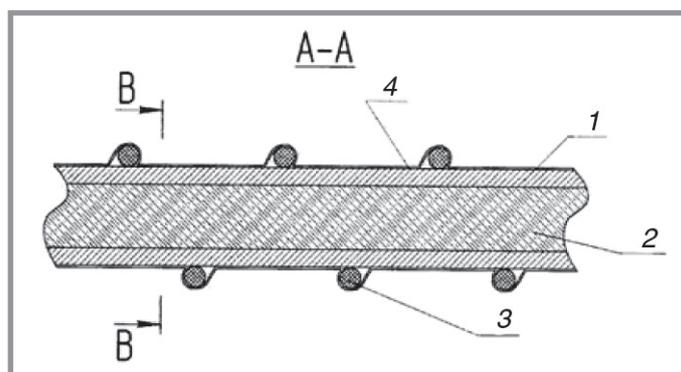
Цемент	20–50
Наполнитель	50–20
Пластификатор	0,02–2,5
Эпоксидная смола водосовместимая	0,2–25
Вода	Остальное

Пример 8

Композитная арматура по примеру 7 отличается тем, что поверхность внешнего слоя снабжена огнезащитным покрытием.

Пример 9

Композитная арматура по примеру 7 отличается тем, что поперечное сечение внешнего и внутреннего слоев имеют произвольную форму.



В отличие от бетонов, армированных стальной арматурой, бетоны, армированные полимерной композитной арматурой, не подверга-

ются коррозии. Применение каркасной структуры повышает физико-механические показатели, а также приводят к снижению напряжений в конструкциях.

Применение композитной арматуры «Астрофлекс» позволяет существенно снизить массу конструкций, повысить коррозионную стойкость, устойчивость к агрессивным средам, расширить архитектурные возможности, сократить трудовые затраты, превосходя по многим свойствам традиционные материалы.

Нанодобавка для операций по цементированию скважины для добычи углеводородного сырья

Патент № 2400516

Существующие цементирующие системы, предназначенные для устройства скважин при добыче углеводородного сырья, используют для финишной заделки скважины и стабилизации канала между поверхностью и, особенно, подходящей зоной скважины. При использовании таких цементирующих систем возникают следующие технические трудности:

- цементирующие системы обладают недостаточными механическими характеристиками;
- окружающие пласты земли обладают плохими механическими характеристиками;
- наблюдаются затруднения с миграцией газа и флюидов;
- на систему воздействует высокосернистый нефтяной газ.

Необходимы улучшенные цементирующие системы, применимые при указанных выше условиях.

Настоящее изобретение относится к добавке к цементу, которая включает частицы $\text{SiO}_2\text{-CaO-Al}_2\text{O}_3$ и, по меньшей мере, одну добавку, выбранную из группы, включающей наночастицы SiO_2 , $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, Al_2O_3 , P-Ca и их комбинации.

Настоящее изобретение также относится к цементному продукту, который содержит частицы цемента и частицы $\text{SiO}_2\text{-CaO-Al}_2\text{O}_3$ и, по меньшей мере, одну добавку, выбранную из группы, включающей наночастицы SiO_2 , $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, Al_2O_3 , P-Ca и их комбинации.

Настоящее изобретение также относится к способу получения добавки к цементу, который включает следующие стадии:

- раздельный синтез каждой из частиц $\text{SiO}_2\text{--CaO--Al}_2\text{O}_3$ и наночастиц или предшественников частиц $\text{SiO}_2\text{--CaO--Al}_2\text{O}_3$ и наночастиц;
- термическая обработка предшественников с получением частиц $\text{SiO}_2\text{--CaO--Al}_2\text{O}_3$ и наночастиц;
- перемешивание частиц $\text{SiO}_2\text{--CaO--Al}_2\text{O}_3$ и наночастиц при регулируемых температуре и pH с получением непрерывной поверхностно-активной системы, содержащей частицы $\text{SiO}_2\text{--CaO--Al}_2\text{O}_3$ и наночастицы;
- объединение частиц $\text{SiO}_2\text{--CaO--Al}_2\text{O}_3$ и наночастиц в общем растворе с получением в основном однородной смеси частиц $\text{SiO}_2\text{--CaO--Al}_2\text{O}_3$ и наночастиц.

Добавку можно использовать с любым типом цемента, и она предназначена для заполнения пустот между частицами и других участков цементного камня, обладающих высокой структурной пористостью, что уменьшает проницаемость цементного камня, повышает прочность и улучшает другие характеристики цементного камня после завершения цементирования.

В конечной структуре цемента наночастицы добавки распределены в наноструктурированных частицах $\text{SiO}_2\text{--CaO--Al}_2\text{O}_3$ и содействуют приданию необходимых характеристик структуре цемента.

Добавка, предлагаемая в настоящем изобретении, включает частицы трехкомпонентной системы $\text{SiO}_2\text{--CaO--Al}_2\text{O}_3$. Из числа этих материалов SiO_2 при использовании в настоящем изобретении часто обозначается как S, CaO при использовании в настоящем изобретении часто обозначается как C, и Al_2O_3 при использовании в настоящем изобретении часто обозначается как A. Так, C_2S означает двухкальциевый силикат, или $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, и аналогичным образом C_3S означает трёхкальциевый силикат, или $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$.

С этой трехкомпонентной системой смешивают наночастицы, выбранные из группы, включающей нано- SiO_2 , нано- C_2S , нано- C_3S , нано- Al_2O_3 и нано-фосфор/кальций. В идеальном случае добавка, предлагаемая в настоящем изобретении, включает все эти компоненты, смешанные с образованием трехкомпонентной системы. Кроме того, сами частицы трехкомпонентной системы также предпочтительно могут являться на-

ночастицами и могут быть наноструктурированными или не наноструктурированными.

При использовании в настоящем изобретении наночастицей считается любая частица размером до 999 нм. Кроме того, предпочтительно, если размер частиц добавки, т.е. частиц SiO_2 , $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, Al_2O_3 и P–Ca, составляет менее 100 нм. Предпочтительно, если частицы трехкомпонентной системы $\text{SiO}_2\text{–CaO–Al}_2\text{O}_3$ меньше 900 нм, а размер частиц добавки меньше размера частиц трехкомпонентной системы.

Пример 1

Добавка к цементу включает частицы $\text{SiO}_2\text{–CaO–Al}_2\text{O}_3$ и добавку, включающую все наночастицы SiO_2 , 2CaOSiO_2 , 3CaOSiO_2 , Al_2O_3 и P–Ca.

Пример 2

Добавка к цементу по примеру 1, в которой наночастицы обладают формой, выбранной из группы, включающей сферическую, эллипсоидную, пластинчатую, неправильную форму и их комбинации.

Пример 3

Добавка к цементу по примеру 1, в которой частицы $\text{SiO}_2\text{–CaO–Al}_2\text{O}_3$ представляют собой наноструктурированные частицы материала.

Пример 4

Добавка к цементу по примеру 1, в которой частицы и указанная добавка содержатся в виде в основном однородной смеси.

Пример 5

Цементный продукт, включающий частицы цемента и добавку к цементу по примеру 1.

Пример 6

Цементный продукт по примеру 5, в котором частицы цемента образуют цементную матрицу, содержащую пустоты между частицами и поры, и в котором добавка к цементу занимает пустоты между частицами и поры.

Пример 7

Способ получения добавки к цементу по примеру 1 включает следующие стадии:

- раздельный синтез каждой из частиц $\text{SiO}_2\text{-CaO-Al}_2\text{O}_3$ и наночастиц;
- перемешивание частиц $\text{SiO}_2\text{-CaO-Al}_2\text{O}_3$ и наночастиц при регулируемых температуре и pH с образованием непрерывной поверхностно-активной системы, содержащей частицы и наночастицы;
- объединение частиц $\text{SiO}_2\text{-CaO-Al}_2\text{O}_3$ и наночастиц с общим растворителем с образованием в основном однородной смеси частиц и наночастиц.

Пример 8

Способ по примеру 7, в котором стадия синтеза включает синтез предшественников частиц $\text{SiO}_2\text{-CaO-Al}_2\text{O}_3$ и наночастиц и термическую обработку предшественников с получением частиц и наночастиц.

Выводы

Данный анализ не исчерпан рассмотрением вышеприведённых патентов на изобретение и позволяет утверждать, что данные направления работ [1–4] являются перспективными для внедрения полученных результатов в промышленное производство и строительство специальных сооружений, в том числе скважин для добычи углеводородов [5].

Наличие патентов указывает на перспективность развития производства нанодобавок в течение будущих двадцати лет.

Уважаемые коллеги!

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

Кузьмина В.П. Нанодобавки для композиционных материалов // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2011, Том 3, № 3. С. 81–89. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_3_2011.pdf (дата обращения: _____.).

Dear colleagues!

The reference to this paper has the following citation format:

Kuzmina V.P. Nanoadditives for Composite Materials. *Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal*, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2011, Vol. 3, no. 3, pp. 81–89. Available at: http://www.nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_3_2011.pdf (Accessed ____). (In Russian).

Библиографический список:

1. Стратегия деятельности государственной корпорации «Российская корпорация нанотехнологий» до 2020 года. URL: <http://www.rusnano.com/>
2. Углеродные нанотрубки – основа материалов будущего / Томишко М.М., Алексеев А.М., Томишко А.Г. и др. // *Нанотехника*. 2004. № 1. С.10–15. Библиогр.: 10 назв.
3. Уракаев Ф.Х., Болдырев В.В. Теоретическая оценка условий получения наноразмерных систем в механохимических реакторах // *Журн. физ. химии*. – 2005. Т. 79, № 4. С. 662–672. Библиогр.: 22 назв.
4. Чернозатонский Л.А., Сорокин П.Б. Углеродные нанотрубки: от фундаментальных исследований к нанотехнологиям // *Исследование углерода – успехи и проблемы / Ин-т элементорганич. соединений РАН*. М.: Наука, 2007. С. 154–174. Библиогр.: 72 назв. Г2007-5302 ч/з4 (Л25-И.889).
5. Хавкин А.Я. Нанотехнологии в нефтегазодобыче // *Наука и технол. в промышленности*. 2007. № 1/2. С.143–146. Библиогр.: 16 назв.

References:

1. The strategy of the work of Russian Corporation of Nanotechnologies up to 2020. URL: <http://www.rusnano.com/>
2. Carbon nanotubes – the base of materials of the future / Tomishko M.M., Alekseev A.M., Tomishko A.G. and others // *Nanotechnika*. 2004. № 1. P.10–15.
3. Urakaev F.K., Boldyrev V.V. Theoretical assessment of conditions for producing nanodimensional systems in mechanochemical reactors // *Zhurnal fiz. khimii*. 2005. V. 79, № 4. p. 662–672. References: 22 names.
4. Chernozatonsky L.A., Sorokin P.B. Carbon nanotubes: from fundamental researches towards nanotechnologies // *Carbon research – success and problems / Institute of elementorganic compounds of RAS*. Moscow: Nauka, 2007. P. 154–174. References: 72 names.
5. Khavkin A.Y. Nanotechnologies in oil and gas production // *Science and technologies in industry*. 2007. № 1/2. P. 143–146. References: 16 names.

Контакты / Contact:

e-mail: kuzminavp@yandex.ru

О НАРАЩИВАНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО КАПИТАЛА И ЕГО ЗАЩИТЕ ПУТЕМ ПАТЕНТОВАНИЯ

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

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

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

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

Постановка и проведение перспективных исследований:

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

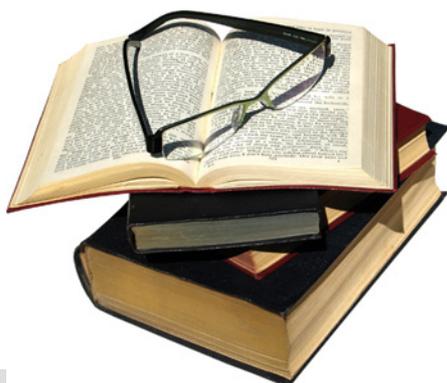
Подготовка заявок и патентование разработок:

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

Техническое сопровождение процесса оценки стоимости Вашей интеллектуальной собственности.

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

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



В МИРЕ КНИГ

IN THE WORLD OF THE BOOKS

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА. НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ

SCIENTIFIC AND TECHNICAL LITERATURE. NANOMATERIALS AND NANOTECHNOLOGIES

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

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

Ключевые слова: вакуумные плазмохимические процессы, нанотехнологии, нанообъекты, нанокристаллические материалы, микро- и наноразмерные устройства, автоэмиссионные наноструктуры, наноэлектроника.

Key words: nanocrystal alloys, nanoelectromechanical systems, sol-gel material technologies based on nanodispersed silica, nanostructural materials.

Легкие сплавы: от традиционных до нанокристаллов

Я. Полмеар



В данной книге (2008 г., 464 с.) приведены описания новых композиционных материалов, металлической пленки, квази- и нанокристаллических сплавов.

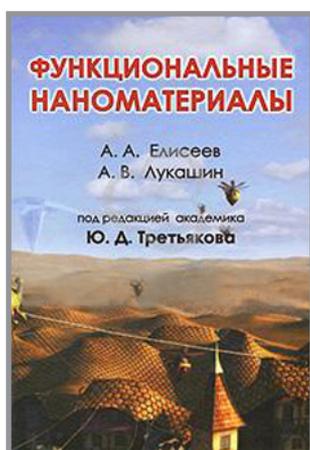
В доступной форме изложены основы металлургии, производства алюминия, магния, титана и сплавов бериллия, а также их свойства и применение. В последние годы наблюдается бум в области обработки и использования легких металлов, особенно в авиационной и автомобильной промышленности, технике моделирования, литья, технологии обработки

металлов давлением, а также в связи с ростом внимания к экологическим проблемам. Полностью обновленное издание, охватывающее все перечисленные проблемы, рекомендовано как для учащихся, так и профессионалов, занятых в этой области, будет полезно специалистам, не имеющим металлургического образования.

Издание включает основы металлургии, обработки и термообработки, приведены свойства и приложения для широкоиспользуемых сплавов. Отдельно выделены новейшие достижения в применении легких сплавов в авиационной, автомобильной и смежных областях.

Функциональные наноматериалы

А.А. Елисеев, А.В. Лукашин



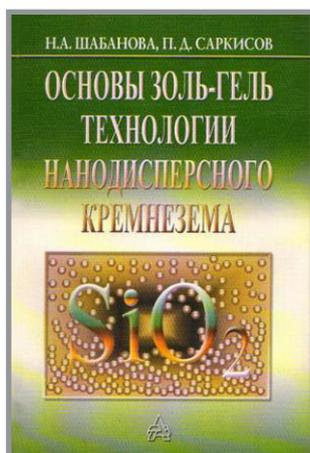
В настоящей книге (2010 г., 456 с.) рассматриваются важнейшие особенности функциональных наноматериалов, включая их структуру, физические свойства, методы синтеза и исследования, примеры использования наноматериалов для создания наноэлектромеханических систем, разнообразных устройств нано- и молекулярной электроники, а также магнитных носителей информации.

Издание является одним из немногих учебных пособий, рекомендованных для фундаментальной

междисциплинарной подготовки специалистов в области нанотехнологии и наноматериалов, включая учащихся, аспирантов и научных сотрудников классических, технических и технологических университетов, вовлеченных в решение наиболее актуальных нанотехнологических проблем. Рекомендовано в качестве пособия для учащихся старших курсов, обучающихся по направлению 020101 (011000) – Химия.

Основы золь-гель технологии нанодисперсного кремнезема

Н.А. Шабанова, П.Д. Саркисов



В издании (2004 г., 208 с.) описаны коллоидно-химические основы золь-гель технологии материалов на основе нанодисперсного кремнезема: закономерности поликонденсации кремниевых кислот в водной среде, образование новой фазы и рост частиц, деполимеризация в щелочных средах и получение полисиликатов, агрегативная устойчивость золя и гелеобразование. Обобщение экспериментальных данных выполнено с учетом современных достижений науки и техники в области коллоидной химии кремнезема. Для широкого круга научных

работников, технологов, специалистов и практиков, а также преподавателей, аспирантов и учащихся старших курсов технических вузов.

Перспективные технологии, оборудование и аналитические системы для материаловедения и наноматериалов

Под ред. Л.В. Кожитова

Данная книга (2008 г., 860 стр.) содержит материалы 1-й Международной казахстанско-российско-японской научной конференции и 6-го Российско-японского семинара, состоявшихся 24–25 июня 2008 г. в Восточно-казахстанском государственном технологическом университете (г. Усть-Каменогорск).



В сборнике представлены доклады сотрудников американской фирмы Intertech Corporation, японских фирм JEOL, ULVAC, Interactive Corporation и др. о выпускаемом оборудовании для микро- и наноэлектроники и аналитических системах для исследования строения и состава материалов, а также результаты казахстанских и российских исследователей по следующим направлениям:

- Наноматериалы и нанотехнологии.
- Математическое моделирование процессов получения новых перспективных материалов.
- Оборудование и технологии получения новых перспективных и наноматериалов.
- Аналитические системы и результаты исследования свойств, структуры и состава новых перспективных материалов.
- Инновации в образовании и науке.
- Опыт создания вузами малых инновационных предприятий.
- Представление институтов, предприятий и фирм-соорганизаторов конференции.

Сверхпластичность и границы зерен в ультрамелкозернистых материалах

А.П. Жиляев, А.И. Пшеничнюк



В монографии (2008 г., 320 с.) рассмотрен круг вопросов, связанных с проблемами описания и экспериментальной аттестации отдельных границ и ансамблей границ зерен в поликристаллах, а также исследования их роли в таких процессах, как зернограницная диффузия, релаксация и рост зерен. Предпринята попытка построить общую модель сверхпластичности, основанную на экспериментально установленных закономерностях, касающихся полос кооперированного зернограницного проскальзывания. Рассмотрены вопросы формирования и эволюции

микроструктуры, текстуры и ансамбля границ зерен в материалах, полученных методами интенсивной пластической деформации. Книга

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

Наноструктурные материалы

Х. Ханнинк



В издании (2009 г., 488 с.) обобщаются ключевые наработки в области нанотехнологий и рассматривается их влияние на обработку металлов, полимеров, композитных и керамических материалов. Обсуждаются практические вопросы, связанные с промышленным производством и использованием наноматериалов, методы наноинженерии в создании сплавов на основе стали, алюминия и титана, рассматриваются нанотехнологии, позволяющие использовать гидриды металлов для хранения водорода как источника энергии, а также методики синтеза нанополимеров для аккумуляторных батарей.

Книга представляет широкий обзор применения нанотехнологий при создании новых промышленных материалов.

Издание будет полезно для инженерных и научных работников, которые в своей практической деятельности связаны с проблемами создания и применения наноматериалов и нанотехнологий. Благодаря этой книге отечественные специалисты смогут найти решения многих междисциплинарных проблем в области применения наноматериалов и нанотехнологий.

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

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

Контакты / Contact:

e-mail: mail@tbooks.ru

Перечень требований к оформлению материалов и условия представления статей для публикации

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

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** (текстовой 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 .jrg) 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).

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).

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 пиц. 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, МКИЗ 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.

*Не загадывай надолго, будь в надеждах осторожен:
Колесо судьбы коварно, поворот любой возможен.*



Ушла из жизни Елена Дмитриевна Беломытцева. 9 июня 2011 г. не стало надежного друга, верного соратника, доброго, умного, замечательного человека. Трудно в это поверить, невозможно смириться. Ее удивительное обаяние, умение общаться с людьми, оптимизм, душевная щедрость, интеллект, готовность в любую минуту прийти на помощь не позволяют говорить о ней в прошедшем времени. Господь забирает лучших...

Елена Дмитриевна родилась в Москве 19.10.1957 г. Она с детства была талантливым человеком – школа с углубленным изучением испанского языка, музыкальная школа ... После окончания Московского полиграфического института Елена Дмитриевна сотрудничала с различными крупными московскими издательствами. Много лет работала редактором строительных изданий. Грамотный, эрудированный специалист – ей можно было доверить выполнение самых сложных задач, и она справлялась блестяще, находя нестандартные решения, а трудоспособность Елены Дмитриевны поражала коллег. Она всегда добивалась цели. С ее легкой руки начинались многие интересные проекты, в том числе при непосредственном участии Елены Дмитриевны начал выпускаться наш Интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве».

Елена Дмитриевна знала настоящую цену жизни. Мужественно боролась за нее. Эта борьба показала масштаб ее личности – интересной, яркой, великодушной. Но смерть хитра и коварна, она не соблюдает правил. Победить ее может только память. Низкий поклон ее памяти!

Плачь не плачь – слезы нам не помогут,
На ресницах оставив застывшую соль,
Испарятся они, притупив лишь немного
Потери этой нестерпимую боль.

Редакция

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

«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.).



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 идентификационным номером 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 июня 2011 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).